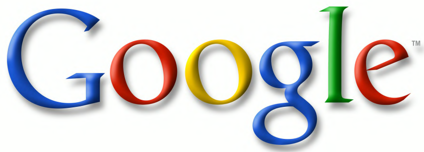
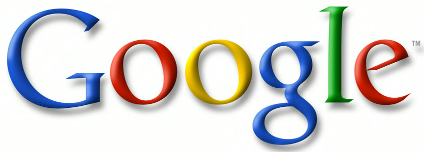





3 3433 06275699 8

IL NUOVO CIMENTO

ANNO XXVII.



IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE FONDATO PER LA FISICA E LA CHIMICA

DA C. MATTEUCCI E R. PIRIA

CONTINUATO

PER LA FISICA ESPERIMENTALE E MATEMATICA

da E. BETTI e R. FELICI

Terza serie Tomo X.

PISA

TIP. PIERACCINI DIR. DA P. SALVIONI

1881

SULLE SCARICHE INTERNE DEI CONDENSATORI ELETTRICI; RICERCHE DEL PROF. EMILIO VILLARI. (QUARTA MEMORIA).

Quando (1) una batteria di bottiglie di Leyda fortemente carica, si scarichi per mezzo di uno dei miei termometri eccitatori, in modo che la scintilla eccitatrice unica si formi nel suo interno e faccia così sentire poco strepito, riesce cosa assai facile di avvertire un rumore sordo, e come un *tonfo*, prodursi nella batteria. E se si fanno le osservazioni nel buio, le bottiglie ai bordi delle loro armature si vedranno, nell'istante della scarica, vivamente illuminate da sprazzi di luce violacea, fitti ed arborescenti, che si distendono sul lembo verniciato del vetro. Codesti fenomeni crescono in modo assai rapido col crescere delle cariche dei condensatori adoperati. Dall'altro canto se si studia il calore svolto dalla scintilla eccitatrice si scorge, che esso cresce rapidissimamente con le cariche fino a un certo limite, coincidente presso a poco col manifestarsi del tonfo, e poscia cresce assai più lenta-

(1) Di parte di questo lavoro fu dato un cenno in una Nota inserita nei R-C del *R. I. Lombardo*, 29 Luglio 1880.

mente (1): sul quale limite, forse ha molta influenza la natura delle bottiglie, come dirò in una prossima occasione.

Questi ed altri fatti consimili, da me più volte notati, mi fecero credere che scaricando un condensatore fortemente carico dovesse, oltre la scarica ordinaria, generarsene una nello stesso condensatore, con produzione non solo di luce ma eziandio di colore. Per verificare tale supposizione costruii una specie di grosso termometro a gasse TT'' (*Tav. I, fig. 1*) formato da un'ampia canna di vetro contenénte una bottiglia di Leyda B, lunga 50 cm. larga 10 cm; ricoperta per due terzi di stagnola ed il resto accuratamente rivestito di vernice a gommalacca e spirito. Le aperture della canna son chiuse da ghiere di ottone stuccate diligentemente con mastice, così da tener l'aria. La inferiore delle quali T'' (2) (stando la canna verticale) sostiene la bottiglia, appoggia sopra un panchetto isolante PP' ed è unita ad una bottiglia elettrometrica E, che serve a misurare le cariche comunicate alla bottiglia del termometro. La ghiera superiore T porta nel centro saldato un lungo tubo di ottone *t*, che con l'un dei capi penetra nella bottiglia e con tre forti molle di ottone ad esso saldato preme e comunica con l'armatura interna di quella. Il capo esterno e superiore *t* è unito, con un tubo di gomma *tt'* ad un cannello di vetro *t' v*; immerso con l'estremità libera nel vaso di vetro *v* contenente alcool, del quale una lunga colonna penetra nel cannello, e coi suoi movimenti manifesta le variazioni di volume dell'aria contenuta nel termometro a gasse. I movimenti dell'indice si osservano, ad occhio nudo se estesi, e se piccoli si guardano con un cannocchiale: ed essi

(1) In una breve Nota „ Villari, *Rendiconto d. A. d. S. di Bologna*, pag. 143 (1879-80) „ io ho detto che il calore svolto dalla scintilla eccitatrice d'un condensatore è proporzionale, in media, al quadrato delle cariche, nei limiti delle mie esperienze. Nel lavoro completo, che pubblicherò fra poco, su questo soggetto tratterò estesamente una tale questione ed indicherò esattamente i limiti nei quali detta legge si riscontra.

(2) In questa prima disposizione dell'apparecchio la ghiera T'' formava il fondo del termometro nell'interno del quale era contenuta la bottiglia B: in seguito l'apparato fu modificato nel modo indicato nella figura 1.

si misurano su di una scala divisa in millimetri ed addossata al cannello. Finalmente allo stesso tubo *t* è saldata l'asta di rame *nn'* terminata a palline, che serve a caricare e scaricare facilmente la bottiglia.

Con codesto apparecchio eseguii alcune misure nel modo seguente. Caricavo fortemente con una macchina Holtz la bottiglia B, poscia la scaricavo con l'eccitatore *ee'* ed osservavo col cannocchiale l'indice del cannello *t'v*; il quale indice nel momento della scarica s'abbassava, dinotando una dilatazione dell'aria nel termometro, che pareva generata da riscaldamento. Temendo che un simile effetto potesse esser prodotto da scintille scattanti fra le armature della bottiglia e le altre parti metalliche con cui quelle erano in contatto, cercai di impedire assolutamente la formazione di tali supposte scintille nell'interno del termometro. Per la qual cosa masticiai da prima la bottiglia B all'orlo inferiore T'' della canna, così che l'armatura esterna della bottiglia rimaneva in parte fuori della canna, ed appoggiava direttamente sul piatto metallico T, il quale comunicava poi con la bottiglia elettrometrica E. Ad evitar poi le scintille che scattar potessero fra il conduttore B*t* e l'armatura interna, forzai energicamente le tre molle d'ottone, unite al detto conduttore e le facevo con gran forza pigiare contro l'armatura: in alcuni casi inoltre, come dirò più ampiamente in seguito, riempivo per due terzi la bottiglia di mercurio, il quale faceva da armatura interna, ed immergevo in esso un tubo di rame amalgamato che serviva da asticella della bottiglia. La scarica esterna si eccitava per mezzo dello scaricatore *ee'*, adoperandolo nel modo indicato nella figura.

Con l'apparato così modificato ripetei le esperienze dette di sopra ed i risultati furono affatto simili a quelli già indicati. E qui, per mostrare l'andamento del fenomeno, trascrivo nello specchio seguente i risultati di alcune esperienze eseguite con la bottiglia ad armature di stagnola (1): ed essi

(1) Le esperienze fatte con la bottiglia ad armatura interna di mercurio saranno esposte in seguito ed a parte; perciò le ricerche si intendono eseguite con le bottiglie ad armature di stagnola quando non sia specificato che s'adoperò quella a mercurio.

sono le medie di 5 o più misure fatte per ciascuna condizione di esperienza.

TABELLA I.

CARICHE	SPOSTAMENTO DELL'INDICE Istantaneo C	SPOSTAMENTO DELL'INDICE Residuo	MEDIE DI C
1	0,0	0,0	0,0
2	incerto	0,0	0,0
3	0,5	0,0	0,45
4	1,6	0,35	1,50
5	3,9	1,0 circa	3,5
5	3,1 (1)	0,8 circa	
4	1,4	0,2	
3	0,4	0,0	
2	incerto	0,0	
1	0,0	0,0	

La tabella precedente è disposta in modo che si comprende facilmente; ed i numeri trascritti indicano che al momento della scarica l'aria del termometro subisce una dilatazione, per cui l'indice di esso si abbassa: la quale dilatazione impercettibile per le piccole cariche, cresce rapidamente col crescere di queste. Si scorge inoltre che detta dilatazione rapidamente sparisce, e qualche volta una parte o residua (colonna III) si dilegua lentamente. Coteste dilatazioni sembrano essere prodotte dal calore svolto nella bottiglia, e generato da quelle scintille che si veggono nel buio a mo' di arborescenze guizzare dai bordi liberi delle armature e correr su per le superficie verniciate del vetro. Le quali scintille riscaldando, forse, l'aria ed il vetro son la cagione che parte della dilatazione sparisce rapidamente e parte lentamente: e concordemente alle dilatazioni, esse sono brevi,

(1) Questa seconda serie fu eseguita dopo avere introdotto nel cannello termometrico una colonna d'alcool circa tripla di quella adoperata nel caso precedente e perciò gli spostamenti prodotti furono più piccoli.

esili e poco luminose quando la carica della bottiglia è piccola; e crescono poi in modo regolare e rapidissimo al crescere delle cariche, mostrando così che la scarica interna cresce col crescer di quelle (1).

Queste osservazioni parmi dimostrino chiaro, come già avevo supposto, che scaricando una bottiglia in opportune condizioni, oltre la scarica ordinaria se ne produca un'altra nel suo interno; per distinguere le quali chiamerò *scarica esterna* la prima e *scarica interna* la seconda.

Dopo ciò provai diversi modi a fine di aumentare la scarica interna; e la maniera più facile per raggiungere questo scopo si fu quella di sperimentare, come si è detto, con cariche a potenziali molto elevati: nel qual caso la scarica interna s'accresce, e come è naturale, a detrimento del calore svolto della esterna. Ed invero, oltre il fatto accennato in principio di questo scritto, aggiungerò ancora come in alcuni casi studiati da me, il calore svolto dalla scintilla eccitatrice esterna cresce assai più rapidamente del potenziale d'una carica costante; ma appena cominciano vigorose le scariche interne l'aumento termico ha luogo presso a poco in proporzione del semplice potenziale. Da tutto ciò si comprende di leggieri che a voler stabilire le leggi delle scariche esterne bisogna sperimentare con bottiglie bene isolanti e debolmente

(1) Il Siemens W. (*Fortschritte der Physik*, B. 20, s. 442) ha osservato con 180 termoelementi, di ferro ed argentana, masticiati fra due lastre di vetro formanti condensatore, che il galvanometro a specchio a quelle riunito mostrava una corrente corrispondente al loro riscaldamento, quando il condensatore si caricava e scaricava più volte di seguito: e la deviazione cessava soltanto dopo più ore. Le mie esperienze si riferiscono a fenomeni d'una natura affatto diversa; essi si manifestano solo al momento delle scariche, e sono prodotti da quella parte della bottiglia prossima ai bordi delle sue armature. Ed invero cotai fenomeni si osservarono ancora e presso a poco con eguale intensità adoperando una bottiglia la cui armatura esterna era pressochè tutta fuori del termometro, e l'interna ne era separata da un disco di sughero, posto ad un centimetro o due sotto il bordo superiore dell'armatura interna medesima, e masticiatovi diligentemente così da tenere l'aria. Credo intanto, che anche le dilatazioni termometriche osservate da me sieno prodotte da riscaldamento; e perciò nel corso di questo scritto parlerò indistintamente di *calore* o di *dilatazioni termometriche*.

caricate; perchè solo in tal caso, come si rileva dallo specchio I, la scarica interna è trascurabile ([1]).

Una seconda maniera per aumentare la scarica interna mi venne suggerita dall'influenza grande, che ha la forma della estremità dell'eccitatore sulla produzione della scintilla. A me, e forse a molti altri fisici ancora, è occorso di notare che quando si scarica una batteria avvicinando la palla dell'eccitatore a quella della batteria, si produce una scintilla poco rumorosa ed invece essa riesce assai più energica e più lunga se la pallina dell'eccitatore s'avvicini ad un'asticella, o meglio ad un filo unito all'armatura interna. Oltre di che ho sempre notato, nelle mie esperienze termiche, che quando la scintilla scatta fra palline di 10 o 12^{mm} il calore che produce è molto minore di quello che genera la scintilla che scatta fra punte. Questi fatti mi fecero supporre che analoga influenza dovesse avere la forma degli elettrodi sul valore della scarica interna; e perciò provai a scaricare la bottiglia B ora avvicinando alla pallina *n* la *e'* dell'eccitatore, ed ora invece avvicinandovi l'estremo *e'* terminato a punta; e le varie misure eseguite in condizioni perfettamente eguali mi mostrarono sempre che nel primo modo si verifica una scarica interna circa doppia di quella che ha luogo nella seconda maniera. Fra i molti valori ottenuti do i seguenti che confermano quanto ho detto; ed essi sono i risultati medi di 5 o 6 misure per ciascun caso.

Tabella II.

CARICHE	CALORE	SCARICA ESTERNA
5	1,4	Fra pallina e punta
5	2,7	» due palline
5	1,2	» pallina e punta
5	2,3	» due palline

(1) Questa quistione ed un'altra ancora relativa alla natura delle bottiglie sarà trattata con maggiore ampiezza in una mia Memoria di prossima pubblicazione.

Messo in evidenza questa influenza speciale delle palline, di aumentare cioè la scarica interna, volli osservare se la si poteva accrescere viemaggiormente facendo alla scarica esterna produrre due scintille, entrambi fra palline. Perciò riunii l'armatura interna della bottiglia ad una delle palline dello spinterometro, grosse 15,5 e quindi avvicinavo l'eccitatore comunicante con l'armatura esterna all'altra pallina dello spinterometro stesso: e così si producevano due scintille esterne. In tal modo operando, e variando anche la lunghezza della scintilla nello spinterometro fra 3^{mm} e 6^{mm}, ottenni con tre cariche impartite alla bottiglia i seguenti dati, medi di 5 o 6 misure ciascuno.

Lunghezza della scintilla nello spinterometro	Calore della scarica interna
0	3
3^{mm}	3,2
5	3,8
6	3,3
0	3,4

I numeri dello specchio precedente mostrano che l'influenza delle due scintille esterna, ad aumentare la scarica interna, è piccola ed anche non del tutto sicura: perciò io mi limitai, per semplicità, nello studiare le scariche interne, di far produrre una sola scintilla alla scarica esterna.

Intorno alle dimensioni delle palline, dirò che avendo sperimentato con la pallina della bottiglia di 16^{mm} e con quella dell'eccitatore, la quale fu successivamente di 19 e di 24^{mm}, ho osservato che era maggiore la scarica interna quando si adoperò la pallina di 24^{mm}. Quindi ho unita alla bottiglia una pallina di 52^{mm}, ed all'eccitatore una di 62^{mm}, ed avendo fra esse prodotto la scarica ho ottenuto dei risultati poco o punto diversi dai precedenti. Laonde pare che sia utile adoperare palline non molto piccole, per accrescere la scarica interna: ed essere poi inutile lo adoperarne delle molto grandi. Questi confronti furono fatti con una bottiglia

ad armatura interna di mercurio, la quale era più bassa dell'esterna di 5 a 7 cm.

Circa alla forma della punta, dirò che è bene che essa sia acuminata ed allungata, giacchè avendo sperimentato con una bottiglia ad armatura di stagnola, (in cui l'interna era 5 o 6 cm. più alta dell'esterna), trovai che la differenza della scarica interna era assai piccola tanto se si scaricava la bottiglia fra due palline di 16^{mm} e 19^{mm}, quanto se la si scaricava fra una pallina di 16^{mm} e la punta dell'eccitatore, la quale era a cono assai ottuso, delle dimensioni e forme della figura 2.

La diversa intensità della scarica interna pel variare della forma degli elettrodi, oltre all'essere dimostrata dal calore, viene altresì resa manifesta dai fenomeni luminosi, che si scorgono nelle bottiglie all'istante della loro scarica. Infatti tanto io che il mio assistente, ing. Bracchi, abbiamo osservato che le scintille, le quali guizzano dai bordi delle armature, sono sensibilmente più lunghe e vigorose quando la scarica esterna si produce fra palline, che quando ha luogo fra una pallina ed una punta. Ed a me parve, che nel primo caso le scintille interne fossero di lunghezza circa doppia che nel secondo.

Questi ed altri fatti ancora, che verrò esponendo, parmi mostrino che la bottiglia nel momento della scarica non può considerarsi del tutto come inerte e passiva, ed invece essa mostra una certa somiglianza con la pila; essendochè in questa come in quella l'energia elettrica, al momento della scarica o produzione della corrente, si manifesta parte nell'elettromotore, bottiglia o pila, e parte nel circuito esterno o congiuntivo. E la partizione della scarica fra l'interno e l'esterno della bottiglia od elettromotore dipende, sia dalla sua natura, sia da quella del circuito esteriore; imperocchè variando (come si è visto) la forma degli elettrodi e variando (come si vedrà) la natura del circuito e la condizione delle bottiglie, varia altresì il rapporto fra l'energia delle due scariche interna ed esterna: laonde io feci ancora diversi tentativi per accrescere il valore delle scariche interne.

Ed in prima sperimentai con due bottiglie scintillanti (le cui armature esterne erano fatte con quadratini di stagnola di circa 2 cm. di lato e posti a qualche millimetro di distanza fra loro) le quali disposte nei consueti termometri, mostrarono i soliti fenomeni delle scariche interne. Con una di esse il riscaldamento parve più cospicuo del consueto, giacchè si produssero le seguenti dilatazioni:

CARICHE	CALORE
5	3,8 media di 5 misure.
5	6 la bottiglia si perforò internamente al term.

Queste esperienze non poterono essere ripetute essendosi rotta la bottiglia.

La seconda bottiglia resistette meglio alle prove, essendomi limitato a 4 cariche solamente, e così potei fare un confronto più esatto fra la bottiglia scintillante e la stessa bottiglia rivestita di nuovo esternamente con una stagnola continua e non interrotta.

I dati seguenti sono le medie di più misure eseguite con questa bottiglia preparata nei due modi indicati.

Tabella III.

CARICHE	CALORE NELLA BOTTIGLIA	
	Scintillante	Non scintillante
1	0,2	0,00
2	0,7	0,09
3	1,2	0, 5
4	1,9	2,13

Questi numeri mostrano una lieve diversità fra le scariche interne delle due bottiglie, ma non una vera e cospicua prevalenza del calore svolto dalla bottiglia scintillante su quella ordinaria, come sarebbesi per avventura potuto supporre. E la interpetrazione di questo fatto, in apparenza singolare, ricavasi dalle apparenze luminose che si osservano nelle due bottiglie. Così, tanto io che il mio assistente ab-

biamo osservato, che mentre in una bottiglia ordinaria, caricata con 3 unità elettrometriche, le scintille ai bordi liberi delle armature erano di 2 a 3 centimetri di lunghezza, grosse e vivaci: quelle di una bottiglia scintillante, per carica eguale, erano di circa 1 cm. di lunghezza, pallide, esili e quasi come capelli (secondo l'espressione del mio assistente). Laonde può dirsi che se il calore delle molte scintille, che al momento della scarica si producono nell'armatura interrotta d'una bottiglia scintillante, non è maggiore di quello che si svolge in una bottiglia ordinaria, ciò è dovuto alla sensibilissima diminuzione che soffrono nella loro estensione le scintille sui bordi superiori e liberi di quelle. Talmentechè può dirsi, che le scintille nelle interruzioni dell'armatura son prodotte a scapito di quelle che nascono ai bordi liberi di essa. Dato adunque una determinata carica, un certo circuito ed una data natura di bottiglia, non si riesce ad accrescerne la scarica interna con l'accrescere il numero delle scintille, imperocchè con esso pare che decresca il loro vigore.

Le esperienze riportate in principio della pag. 13 mostrano inoltre un fenomeno importante. Da esse si rileva come il calore interno, che era inferiore a 4° divenne, 6° al momento che la bottiglia, nell'istante della scarica, fu perforata in un punto che trovavasi internamente al termometro. Il quale aumento di calore, io credo debba attribuirsi a ciò, che col perforamento della bottiglia gran parte della scarica ha luogo attraverso il foro in essa prodotto. Tale spiegazione viene convalidata dal fatto che un'altra bottiglia, che produceva con la scarica interna 4° a 5° di calore nel caso ordinario, ne produsse soli 2 al momento che si perforò in un punto fuori del termometro. I quali fenomeni hanno analogia con altri ancora studiati da me e che esporrò più tardi.

Un secondo tentativo per accrescere la scarica interna lo feci, variando l'ampiezza dell'armatura interna delle bottiglie, affine di aumentare possibilmente sulle loro pareti la lunghezza delle scintille [1]. Perciò eseguii le misure con

(1) Qui è bene ricordare come l'illustre Prof. Rossetti ottenne delle lunghe

due bottiglie ad armature esterne eguali: in una però l'armatura interna si estendeva ad eguale altezza della esterna, ed in un'altra per oltre 7 cm. di più. Queste bottiglie apparecchiate al modo consueto dettero i seguenti risultati medi di più misure.

TABELLA IV.

CARICHE	BOTTIGLIA AD ARMATURE	
	EGUALI Calore C	DISUGUALI Calore C_{1}
4	1,2	1,3
5	2,5	2,0

I valori precedenti, relativi al riscaldamento interno delle due bottiglie, mostrano evidentemente che il calore in entrambi generato, per determinate quantità di elettricità, è indipendente dall'ampiezza delle armature, salvo piccola differenza. Ma queste misure essendo state eseguite con bottiglie e termometri diversi non mi parvero meritevoli di piena fiducia ed atte a risolvere la quistione.

Per la qual cosa volli più accuratamente e completamente riprovare codesta influenza: e perciò sperimentai con una sola bottiglia di vetro verde sottile, che conservava bene le cariche. Essa esternamente, per due terzi, era coperta di stagnola, e fu successivamente rivestita internamente con stagnola avente diverse altezze: il che facilmente potei praticare, avendo alla canna termometrica TT'' masticiato in T una ghiera d'ottone a vite, la quale s'apriva agevolmente e permetteva di modificare variamente l'armatura interna della bottiglia. I risultati medi di 5 o più misure sono i seguenti:

scintille scaricando un condensatore incompleto, fatto d'una lastra di vetro ricoperto su una sola sua faccia di stagnola, l'altra essendo naturalmente rivestita più o meno d'umidità. Veggasi la Memoria sulla forma di queste scintille nel *N. Cimento*, Vol. VII ed VIII, pag. 33, 1872.

TABELLA V.

CARICHE	CALORE	ALTEZZA DELLE ARMATURE
4	1,06	Armatura interna 7 cm. più alta dell'esterna
4	1,05	Id. eguale all'esterna
4	4,0	Id. 8 cm. più bassa dell'ester.
	4,7 (1)	Id. id. id.
3	2,1	Id. id. id.

I dati precedenti mostrano con ogni certezza, che per una data altezza di armatura esterna:

1°. La scarica interna della bottiglia è presso a poco costante ed invariabile, sia quando l'armatura interna è più estesa, sia quando è di eguale altezza della esterna;

2°. La scarica interna invece è quasi più del quadruplo di quella che si verifica nei casi precedenti, quando l'armatura interna è sensibilmente più piccola (8 cm. più bassa) dell'esterna.

La spiegazione, di questo modo singolare di agire dell'armatura interna diversamente ampia, parmi possa essere la seguente. Quando detta armatura si scorcia così da divenire sensibilmente più bassa e più piccola dell'esterna, il condensatore notevolmente diminuisce d'estensione, il potenziale in esso (a parità di carica) aumenta e con esso deve aumentare la scarica interna; la quale viene di certo agevolata dall'estensione maggiore dell'armatura esterna, che quasi eccita la scarica interna ad estendersi dal bordo dell'una a quello dell'altra stagnola: perciò in tale bottiglia si svolge più calore che in quella nella quale le armature sono eguali. Che il potenziale sia realmente aumentato nel caso precedentemente contemplato, oltre che dalla diminuita esten-

(1) Le esperienze con questa bottiglia non poterono prolungarsi giacchè essa alla terza misura (con l'armatura interna 8 cm. più bassa dell'esterna e con 4 cariche) si perforò: ma siccome avevo preveduto il caso così sperimentai dapprima e più volte con 3 sole cariche, e trovai in media che il calore prodotto in questo caso fu di 2,1 cioè il doppio di quello svolto nella stessa bottiglia ad armature eguali e caricata con 4 unità.

sione dell' armatura, viene dimostrato chiaramente dal fatto che la bottiglia ad armatura interna piccola fu perforata con le 4 cariche, che benissimo aveva sostenute prima, e quando l'armatura interna era più estesa.

Quando poi la stagnola interna s'estende fino alla stessa altezza dell'esterna, allora il potenziale decresce e con esso la scarica interna: e tale ultima diminuzione tanto più facilmente ha luogo, inquantochè le armature essendo eguali non vi è alcuna tendenza a diffondersi della scarica sulla superficie della bottiglia. In questo caso adunque il calore che si produce, deve essere ed è in effetti minore di quello svolto nel caso precedente.

Finalmente quando l'armatura interna s' estende più dell' altra, il potenziale seguita a decrescere e con esso dovrebbe altresì decrescere la scarica interna. Però la stessa maggiore estensione della stagnola facilita dall' altro canto la scarica, essendochè essa viene quasi eccitata ad estendersi sul vetro interposto fra i due bordi liberi delle due armature. Le due influenze sono adunque opposte e possono, dentro certi limiti compensarsi, o l' una eccedere l'altra; e perciò potrà accadere che la bottiglia ad armatura interna più estesa dell' esterna produca una quantità di calore eguale, maggiore o forse minore di quella che produce la bottiglia ad armature eguali. Il primo caso si verificò con la bottiglia detta di sopra, (vedi 1ª e 2ª esperienza nella tabella V) ad armatura interna più estesa dell'esterna; ed il secondo si è manifestato con una bottiglia ad armatura interna di mercurio, come dirò in seguito. Che poi la ineguale estensione delle due stagnole sulle bottiglie agevoli la produzione delle scariche interne, può anche rilevarsi dal fatto, che quando si carica una di codeste bottiglie, si manifestano spesso delle scariche parziali sulla sua superficie, accompagnate da luce e calore; ed il fenomeno è assai più distinto quando l'armatura interna è più piccola dell' esterna. Invece un tal fenomeno manca, a parità di condizioni, con la bottiglia ad armature uguali.

Questa interpretazione viene inoltre confermata dai feno-

meni luminosi che si manifestano nelle bottiglie. Quando la loro armatura interna è più piccola dell'esterna, al momento della scarica una viva luce quasi continua s'espande dal bordo dell'armatura interna a quello dell'esterna. Quando le armature sono eguali le scintille che dai bordi si sollevano sono fitte, vivaci, brevi, e regolarmente crescono con le cariche. Invece nel caso dell'armatura interna più estesa noi osserviamo che gli sprazzi di luce fra i bordi delle due armature crescono rapidamente, così da estendersi subito dall'uno all'altro: e quindi aumentano poi più lentamente. Esse sono vivaci e di luce bianca in basso, violetta in alto ove si ramificano. È da avvertirsi che queste scintille, nel caso dell'armatura interna più estesa, sono più rade (nelle mie esperienze erano forse ad un centimetro di distanza l'una dall'altra) di quelle che si osservano nelle bottiglie ordinarie, nelle quali dette scintille sono assai fitte ed a 3 o 4 millimetri di distanza fra loro: perciò quelle abbenchè più lunghe pure producono lo stesso calore di queste.

Dopo aver variamente modificato le condizioni delle bottiglie, variai ancora quelle del circuito esteriore: e perciò studiai l'influenza della forma degli estremi degli elettrodi, la quale produsse quella serie di fenomeni già descritti in principio di questa Memoria. Poscia modificai la resistenza del circuito esterno, interponendo nell'arco scaricatore una colonna d'acqua che variai in lunghezza da 4 a 28 m. (1); ed osservai che allora il calore della scarica interna decresceva a mano a mano che la resistenza esteriore aumentava; in maniera che quando questa era formata da una certa lunghezza di colonna d'acqua, il calore della scarica interna diveniva insensibile, non muovendo punto l'indice termometrico.

In quanto ai fenomeni luminosi, che si osservano nelle bottiglie dirò come osservai, che col crescere della resistenza esterna le scintille interne diminuivano di numero, di viva-

(1) L'acqua adoperata era di fonte, e riempiva dei tubi di vetro verniciati esternamente, ripiegati in forma di U, lunghi ciascuno circa 4 m., e 0,005 di vano interno.

cità e di estensione sin quasi a divenire invisibili. E per meglio studiarle adoperai una bottiglia ad armatura interna più alta dell' esterna: e vidi che col crescere della resistenza esterna, le scintille si riducevano ad una o due soltanto, ed apparivano più sottili e meno luminose dell' ordinario.

Quando si adoperano bottiglie ad armatura interna di mercurio la scarica interna par che si accresca. Così avendone adoperata una nella quale l' armatura interna di mercurio era di circa 10 cm. più bassa della esterna, trovai che in essa la scarica interna era assai vigorosa e certamente superiore a quella che si verifica in bottiglie simili, ad armatura di stagnola. Qui in seguito sono riportati i risultati di due serie di esperienze, e ciascun valore di esse serie corrisponde alla media di 5 o 6 misure:

TABELLA VI.

Bottiglia ad armatura interna di mercurio.

CARICHE	DEVIAZIONI DELL' INDICE		OSSERVAZIONI
	Istantanee C	Residue	
5	10,6	5,3	Scarica esterna fra palline
4	8	3,7	
3	4,5	2,6	
2	2,3	1,3	
1	0,15	0,0	
1	0,4	0,0	
2	2,0	1,0	
3	4,0	1,7	
4	7,7	4,0	
5	10,3	5,3	

Questi numeri mostrano che la scarica interna in questa bottiglia è 2 o 3 volte superiore a quella ottenuta nei casi analoghi precedenti. Tuttavia per assicurarmi meglio del fatto, ed avendo considerazione alla grande influenza che esercita l' ampiezza delle armature, rifeci due serie di esperienze

di confronto. Nella prima adoperai uno stesso termometro ed una medesima bottiglia, una volta con l' armatura interna di mercurio ed una seconda con l' armatura interna di stagnola, le quali erano della stessa altezza fra loro, e circa 9 cm. più basse della esterna. Le misure furono più volte ripetute, la carica fu costantemente di 3 unità, la scarica si eccitò fra palline di 19 e 24^{mm} ed i risultati medi sono i seguenti:

CALORE	
4,6	Bottiglia ad armatura interna di mercurio
3,1	» » stagnola

In una seconda serie poi adoperai del pari una stessa bottiglia ed un medesimo termometro; e per esser sicuro di nulla variare, sperimentai prima con la bottiglia ad armatura interna di stagnola, 7 cm. più bassa dell' esterna: quindi versai pel tubo *t* del mercurio nella bottiglia, fino all'altezza alla quale giungeva la stagnola interna e poscia per un centimetro ancora, ed i risultati medi di 5 o più misure, eseguite in modo perfettamente simili sono qui sotto registrati:

Tabella VII.

CARICHE	CALORE	
3	3,1	Armat. inter. di stagnola 7 cm. più bassa dell'est.
3	6,05	» » di mercur. 7 cm. più bassa dell'est.
3	5,4	» » di mercur. 6 cm. più bassa dell'est.

Queste varie misure mostrano con tutta evidenza, che il calore della scarica interna d' una bottiglia a mercurio è superiore sensibilmente a quello svolto da una bottiglia eguale ad armature di stagnola. Si osserva altresì nell' ultimo quadro, che col crescere dell' estensione dell' armatura interna a mercurio decresce la scarica interna.

Quest'ultima osservazione mi spinse a studiare l' effetto dell'estensione dell' armatura di mercurio sulla scarica interna: e perciò adoperai uno stesso apparecchio, e nella bottiglia che ne faceva parte versavo diversa quantità di mercurio, quindi sperimentai al modo consueto, ed i risultati medi di più misure sono i seguenti:

CALORE	
3,8	Armatura interna 5 o 6 cm. più bassa dell'esterna
1,4	» » eguale all'altezza dell'esterna
2,8	» » 5 cm. più alta dell'esterna.

Questi dati mostrano che il calore massimo si ha quando l'armatura interna è più piccola; il che concorda con ciò che precedentemente si è detto, parlando delle bottiglie con stagnola. Nel caso che l'armatura interna di mercurio sia più alta della esterna, il calore svolto è maggiore di quello che si produce con bottiglia ad armature eguali: il quale fatto fu preveduto e discusso quando si parlò dell'influenza dell'estensione delle armature di stagnola (1). E finalmente pare altresì che anche ad armature eguali l'effetto termico della bottiglia a mercurio sia superiore a quello delle bottiglie ordinarie. Pure per dimostrare ciò con sicurezza, misurai il calorico svolto da una stessa bottiglia, prima ad armatura interna di stagnola e poscia di mercurio, aventi sempre la stessa altezza della esterna, ed ottenni i dati medi seguenti, relativi ad una carica costante di 3 unità elettrometriche.

CALORE	
0,4	Armatura interna di stagnola
1,47	» » di mercurio.

Laonde si rileva, che a parità di condizioni, l'armatura interna di mercurio produce sempre nelle bottiglie una scarica maggiore che non faccia l'armatura interna di stagnola (2).

A completare da ultimo lo studio delle bottiglie con mercurio, mi parve utile di osservare ancora l'influenza che aveva la forma degli elettrodi nel promuover la scarica esterna; e ripetuto le solite esperienze osservai, come di consueto,

(1) Vedi pag. 17 e 1. e 2. esperienza della Tabella V.

(2) Su queste dilatazioni termometriche ottenute con la bottiglia ripiena di mercurio, può forse influire la diminuita massa d'aria del termometro, imperocchè le dilatazioni in questo caso diventano più rapide e perciò le perdite di calore meno sensibili.

che quella è assai più cospicua, quando la scintilla esterna si produce fra palline, che quando la si eccita fra punta e pallina. I dati seguenti, medi di più misure, che si riferiscono ad una bottiglia ad armatura interna di mercurio di circa 10 cm. più bassa dell' esterna, confermano questo fatto:

CARICHE	CALORE	
5	10,3	Scarica esterna eccitata fra palline 16 e 24^{mm}
5	5,2	» » 16^{mm} e punta aguzza.

In quanto ai fenomeni luminosi che si manifestano con la bottiglia ad armatura interna di mercurio, dirò che essi presentano analogia completa con quelli osservati nelle bottiglie ad armatura interna di stagnola.

Dopo di aver dimostrato l' esistenza di codeste scariche interne delle bottiglie è necessario di cercarne la spiegazione; la quale parmi possa essere la seguente.

Quando si carica un condensatore qualunque, come un quadro di Franklin, sappiamo che le due armature prendono opposte elettricità, s'influiscono reciprocamente e danno luogo alla condensazione elettrica ed alla carica dell' apparecchio. Codeste elettricità inoltre, io credo che debbano agire per influenza sulla zona di vetro che le circonda, ed operarvi in modo da indurre su ciascuna delle facce una zona neutra intorno a ciascuna armatura, e quindi un' altra zona carica d' elettricità opposta a quella della corrispondente armatura. Al momento della scarica, l' elettricità della zona elettrizzata, con parte di quella dell' armatura si neutralizza; le scintille corrono sulle zone neutre del vetro e la scarica interna si produce.

Per dimostrare l' esistenza di questi stati elettrici dei condensatori io mi son servito di quadri di Franklin con armature sia circolari, sia rettangolari, sia anche di altra forma; ed il vetro di essi, alcune volte era verniciato altre volte terso e secco. Caricavo debolmente questi quadri, affinchè scariche superficiali non si producessero, e poscia sostenuti in posizione quasi verticale vi soffiavo sulle due facce,

con un mantice, la nota miscela di solfo e minio in polvere. E con tale artifizio subito si formavano delle *figure elettriche* assai distinte, bellissime ed istruttive.

Una delle armature si ricopriva, per es. di solfo, ed era circondata e come incorniciata da una zona di vetro affatto priva di polvere; la quale poi a sua volta rimaneva chiusa e inviluppata da un' altra zona ricoperta da polvere di minio. Dal che si conclude, che l' armatura in discorso era carica d' elettricità positiva, che la prima zona del vetro, era allo stato naturale e che la seconda era carica di elettricità negativa. Le figure ed i fenomeni sono analoghi sull' altra faccia, salvo che gli stati elettrici che vi si riscontrano sono opposti a quelli più sopra indicati.

Se si carica il quadro vigorosamente, allora sulla superficie del vetro si formano delle scintille che accusano delle scariche parziali, che complicano oltre modo lo stato elettrico delle superficie del vetro; per lo che con le note polveri vi si formano delle figure elettriche assai complesse e spesse volte delle arborescenze assai eleganti che indicano il luogo ove si produssero le scintille. Nè meno complesso ed intricato è lo stato elettrico del quadro dopo che lo si è scaricato nel modo ordinario; inquantochè il vetro riman carico in modo irregolare; e conserva questo stato per molte ore e non può adoperarsi, per riottener le figure, prima che non sia del tutto ritornato allo stato naturale.

Le bottiglie si devon comportare come i quadri di Franklin; ed avendone adoperate due con bordo rivestito di ceralacca, chiuse con tappi di sughero, ed avendole caricate con opposte elettricità vidi, soffiandovi le polveri, che l' armatura esterna dell' una si ricopriva di solfo; mentre che la parte superiore del vetro, il tappo e l' asticella si coprivano di minio; nell' altra bottiglia il minio ricopriva la stagnola ed il solfo rivestiva il vetro verniciato; e rimaneva fra l' armatura e la regione elettrizzata, la zona neutra ordinaria. Noterò che sull' armatura comunicante col suolo poca polvere si raccoglieva. Nè voglio mancare di dire che con questi studi, ripetuti e variati su condensatori di diverse specie di vetro, e

coperti da differenti vernici, si potrà forse ricavare qualche utile cognizione intorno alla varia natura dei coibenti, che si adoperano nella costruzione dei condensatori, ed anche intorno al modo diverso d'agire e diffondersi delle due elettricità sui coibenti.

Forse la formazione di queste zone elettrizzate non è un fenomeno tanto semplice come s'è detto in principio, giacchè io credo che a produrle concorrono contemporaneamente entrambi le armature. Ciascuno di esse infatti produce sulla corrispondente faccia di vetro la rispettiva zona elettrizzata, la quale poi influisce sull'altra faccia ed insieme all'altra armatura dà luogo ad uno stato elettrico opposto. Così si potrebbero forse paragonare, in questo caso, le due armature ai poli di una calamita a ferro di cavallo, la zona neutra alla regione di contatto fra essi poli e l'ancora, e questa sarebbe, nel caso del condensatore, rappresentata dalla zona di vetro carica sulle due sue facce d'elettricità opposta a quella delle due armature.

Queste zone poi spesso sono più o meno modificate dalla conducibilità elettrica propria del coibente, forse diversa per le due elettricità per cui si osserva come una specie di espansione del fluido delle armature sul vetro che le circonda, resa anche più energica da punte che possono riscontrarsi sui bordi delle armature istesse; ed in genere non è difficile che il fenomeno varii più o meno per moltissime cagioni e specialmente se si opera con quadri ad armature ineguali come si dirà qui in seguito.

Per eseguire gli studi su codesti condensatori ho costruito dei quadri con armature di forma circolare di diverso diametro, ed appiccicate sulle due facce della lastra, così che i loro centri si trovavano sopra la stessa normale alla lastra medesima. Sperimentando con questi quadri alla maniera consueta si scorge, quando la differenza delle armature non sia molto grande, che la zona neutra che circonda la piccola armatura si estende dal suo bordo a quello della grande, ed in corrispondenza del bordo di questa si manifesta la zona elettrizzata. Quando la differenza dei diametri cresce, la zona

neutra si estende ancora, ed io ne ho con un quadro ottenuta una di 4,5 cm. di larghezza, essendo una delle armature di 10 e l'altra di 19 cm.: ed in tal caso anche la zona elettrizzata sul vetro apparisce generalmente più ampia ed estesa. Al di là poi dell'armatura maggiore e sulla faccia corrispondente del vetro si forma la consueta zona neutra e quindi quella d'opposta elettricità di essa armatura.

Da tutto ciò si comprende come le scintille, nei condensatori ad armature ineguali, possono accrescersi in alcuni casi e perciò produrre delle scariche interne più energiche: sulle quali influiscono e potentemente, come si disse, la diversità del potenziale che un condensatore acquista per una data carica, quando si fa variare la grandezza di una delle due armature: ed i fenomeni debbono allora riuscire più complessi.

Un fenomeno degno di nota osservai con questi condensatori ad armature ineguali, ed è quello dell'inversione della carica. Così avendone caricato uno, le cui armature avevano i diametri di 10 e 19 cm. osservai che la piccola armatura s'era ricoperta di minio e perciò era negativa: intorno ad essa ed a circa 4,5 cm. dal bordo vi era irregolarmente la zona ricoperta di solfo. Quindi scaricai il quadro, ne ripulii la faccia coperta dalla piccola armatura, vi soffiai di nuovo il consueto miscuglio, ed osservai che essa armatura si ricoprì di solfo, ossia essa aveva acquistata carica positiva e per conseguenza opposta alla primitiva. La piccola armatura era circondata da una breve zona neutra e poscia seguiva una zona negativa netta, regolarissima, finamente dentellata coperta completamente di minio e situata fra i bordi delle due armature. La inversione della carica adunque avvenuta nell'armatura, dopo la scarica scorgevasi chiaramente; e tanto più inquanto che l'armatura opposta, non essendo in alcun modo stata toccata nella seconda parte dell'esperienza, rimaneva sempre coperta di solfo come lo era avanti la scarica: così che entrambe le armature erano coperte di solfo. Le figure elettriche pel fatto delle inversioni possono essere più o meno svariate e complesse a seconda delle circostanze; ed io ne ho ottenuto delle singolarissime ed assai belle.

In quanto poi alla natura di queste scintille interne dirò che esse mi sembrano potersi considerare come una specie di scintille eccitatrici, *sui generis*, che prendono vita e calorico a spesa della vera e propria scintilla eccitatrice esterna, percui questa perde di energia col crescere di quelle. Ed è quindi alla loro formazione ed al loro rapido incremento, che debbonsi ascrivere buona parte delle irregolarità che si manifestano nel calore svolto dalla scintilla eccitatrice esterna, quando si sperimenti con cariche a potenziali molto elevati.

Ed ora, prima di metter termine a questo mio scritto parmi utile, per aiutar la memoria del lettore, di dare il seguente

Riassunto: Quando si scarica una batteria fortemente carica, si produce in esso un rumore sordo, caratteristico e come un *tonfo*; il vetro delle bottiglie ai bordi delle armature s'illumina vivamente, ed in esse si svolge calore; infatti avendo introdotta una di codeste bottiglie in un appropriato termometro ad aria, osservai che questa si dilatava nel momento della scarica.

Dal che risulta che oltre la ordinaria scarica esterna della bottiglia se ne verifica un'altra nel suo interno, che per distinguerla ho chiamata *scarica interna:* ed essa ha luogo lungo le pareti del condensatore, non ricoperte dalle rispettive armature, e si rileva dalla luce e dal calorico che si svolgono nella bottiglia al momento della scarica sua. Talmentechè l'elettricità d'un condensatore, nel momento della scarica, si neutralizza parte all'interno e parte all'esterno di esso. E misurando la scarica interna dalle dilatazioni termometriche che produce si perviene alle seguenti conclusioni:

1° Il calore svolto dalla scarica interna è trascurabile o nullo con le deboli cariche, però oltre un dato limite si appalesa e cresce rapidissimamente con le cariche istesse, a scapito, naturalmente, di quello che si svolge con la scintilla eccitatrice esterna: un primo mezzo adunque per accrescere codesto calore o scariche interne è quello di sperimentare con bottiglie cariche ad elevato potenziale;

2° La scarica interna inoltre cresce in modo assai sensibile se si eccita l'esterna, facendo scattare la scintilla fra due palline di 20 a 30^{mm} di diametro, e diminuisce invece, fin circa alla metà, se la si eccita fra una punta ed una delle indicate palline.

L'inverso si verifica pel calore dovuto alla scintilla eccitatrice esterna;

3° La scarica interna cresce per una data carica, se si diminuisce l'armatura interna della bottiglia. Essa scarica decresce con l'aumentare di detta armatura fino a che raggiunge l'estensione dell'armatura esterna, da indi in là rimane presso a poco indipendente dalla sua ampiezza, nei limiti delle mie esperienze. La cagione di questi fenomeni è complessa: essi dipendono in parte dal variare che fa il potenziale della carica con l'estensione dell'armatura, ed in parte ancora dall'influenza che esercita la diversa ampiezza delle due armature sul numero ed energia delle scintille interne;

4° La scarica interna è la stessa sia adoperando una bottiglia ordinaria sia adoperandone una scintillante;

5° La scarica interna, decresce fino a zero quando si accresce molto la resistenza del circuito esteriore ;

6° La scarica interna, a parità di condizioni è forse più energica quando s'adopera una bottiglia ad armatura interna di mercurio. In tutto il resto questa bottiglia si comporta come una ordinaria ad armature di stagnola.

Tutte queste conclusioni ricavate dalle dilatazioni termometriche vengono pienamente riconfermate dai fenomeni luminosi, che si manifestano nelle bottiglie: essendochè la vivacità ed estensione delle scintille interne corrispondono esattamente e sempre all'intensità delle dilatazioni termometriche;

7° Queste scariche interne son dovute, io credo, a che ciascuna armatura induce o risveglia nel coibente che le circonda una zona carica di elettricità opposta alla propria, la quale è separata dall'armatura corrispondente da un'altra zona di vetro allo stato naturale. Al momento della scarica

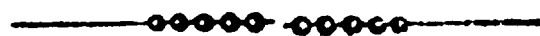
parte dell'elettricità dell'armatura e della zona elettrizzata si neutralizza con produzione di scintille e calore, e quindi della scarica interna;

8° Tali zone elettrizzate sono rese manifeste da elegantissime figure elettriche che si producono soffiando su dei quadri di Franklin di vetro verniciato, (al limite delle armature) o meglio di ebanite, o sulle bottiglie di Leyda il noto miscuglio di solfo e minio;

9° Quando i quadri sono ad armature ineguali, la zona neutra dalla parte dell'armatura piccola, non che la zona elettrizzata, aumentano d'estensione, e perciò nel momento della scarica le scintille su di codesti condensatori debbono allungarsi, rinvigorirsi ed aumentare la scarica interna, in alcuni casi almeno;

10° Con questo metodo, studiando dei quadri di vetro ad armature ineguali o meglio dei quadri di ebanite ad armature ineguali od eguali, ho osservato che dopo avere scaricato codesti quadri, nel modo ordinario, le armature, mostravansi cariche d'elettricità opposta a quella che avevano originariamente.

E forse questo metodo di ricerche, più ampiamente modificato ed esteso potrà dare delle ulteriori ed utili indicazioni sulla stessa inversione delle cariche, sulla natura dei coibenti e vernici che si adoperano nei condensatori, sul vario modo di espandersi delle due elettricità sui coibenti ec.; intorno alle quali cose darò forse in appresso più ampie indicazioni.



LA VELOCITÀ DEL SUONO NEL CLORO; RICERCHE SPERIMENTALI DEL PROF. TITO MARTINI.

Nell'ipotesi che i gas siano perfetti si sa che la velocità colla quale trasmettono il suono, alla temperatura di 0° è data dalla formula

$$v_0 = \sqrt{\frac{g.D.0,76}{d}},$$

dove g rappresenta l'accelerazione dovuta alla gravità, D la densità del mercurio a 0°, e d la densità del gas riferita a quella dell'acqua.

Se poi si volesse la velocità del suono alla temperatura t, chiamando α il coefficiente di dilatazione del gas, risulterebbe

$$v_t = \sqrt{\frac{g.D.0,76}{d}(1+\alpha t)} = v_0 \sqrt{1+\alpha t}.$$

Appoggiandosi alle idee di Laplace, Poisson e Biot trovarono che la formula di Newton deve essere corretta mercè l'introduzione di un nuovo coefficiente, cioè del rapporto fra le calorie di riscaldamento a pressione costante e quelle di riscaldamento a volume costante. Perciò chiamato K il rapporto $\frac{c}{c_1}$ dei due *calori specifici,* la formula diviene

$$v_t = \sqrt{\frac{g.D.0,76}{d}(1+\alpha t).K};$$

nella quale sostituendo i valori numerici si hanno dei risultamenti che concordano con quelli forniti dall'esperienza diretta.

E, sempre nell'ipotesi che i gas siano perfetti, chiamate v e v_1 le velocità del suono in due differenti gas, aventi le densità d e d', si avrebbe

$$v : v_1 = \sqrt{d_1} : \sqrt{d},$$

d'onde

$$v_1 = v\sqrt{\frac{d}{d_1}}.$$

Perciò se v fosse cognita, per es. rappresentasse la velocità del suono nell'aria, chiamata 1 la densità dell'aria e δ quella dell'altro gas, si avrebbe la velocità del suono in questo gas espressa dalla formula

$$v_1 = v\sqrt{\frac{1}{\delta}}.$$

Una delle più importanti ricerche è il rapporto $\frac{c}{c_1}$ pei diversi gas, che non sempre può esser trovato con metodi diretti. Siffatto rapporto è stato calcolato da varii fisici deducendolo dalla velocità del suono nei gas determinata per via dell'esperienza: imperocchè chiamata v la velocità del suono osservata, e ridotta a 0°, si ha

$$v = \sqrt{\frac{g.\mathrm{D}.0{,}76}{d}\mathrm{K}},$$

d'onde

$$\mathrm{K} = \frac{v^2 d}{g.\mathrm{D}.0{,}76}.$$

A proposito di siffatte ricerche sono del più grande interesse i lavori di Dulong (1), di Masson (2), di Regnault (3), i quali determinarono la velocità del suono in molti gas, sia facendo parlare delle canne d'organo e misurando la lunghezza dell'onda sonora, sia riempiendo dei lunghi tubi di condotta coll'uno o coll'altro gas e misurando direttamente la velocità. In quest'ultimi tempi Kundt (4), adoperando un nuovo metodo di molta eleganza e semplicità, ha potuto de-

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2. serie, t. 10, p. 395.

(2) Ibidem, 3. serie, t. 53, p. 257.

(3) *Mémoires de l'Académie des sciences* (1868), t. 37.

(4) Tyndall, *Le Son*, trad. par Moigno (1869).

terminare la velocità del suono in diversi gas, ed ha trovato dei risultamenti presso che conformi a quelli avuti dai precedenti sperimentatori.

Ma fra i gas sui quali hanno sperimentato i su rammentati fisici non ho trovato il cloro; e sembrandomi non oziosa la ricerca della velocità del suono in detto gas, per poi da quella dedurre il valore di K, ho intrapreso una serie di ricerche che formano appunto l'oggetto della presente memoria.

Per tale ricerca ho ricorso ad un metodo suggeritomi da una esperienza che Tyndall descrive nella sua acustica [1]. Per dimostrare che una colonna d'aria di conveniente lunghezza è capace di rinforzare un determinato suono, si ripete quell'esperienza, ideata da Dulong, la quale consiste nel prendere una provetta di vetro e versarvi tanto mercurio fino a che sia limitata quella colonna d'aria capace di rinforzare il suono emesso da un diapason. Tyndall modifica l'esperienza di Dulong nel seguente modo: dopo aver rinforzata la nota di un diapason con una provetta di sufficiente lunghezza, la capovolge e la riempie di gas illuminante; il rinforzo non ha più luogo perchè la velocità del suono nel gas illuminante è maggiore di quella nell'aria, e per rinforzare la stessa nota converrebbe prendere una provetta più lunga.

Ciò premesso, se si chiamano h ed h' le lunghezze di due colonne gassose capaci di rinforzare al massimo grado una stessa nota, poichè queste lunghezze sono la quarta parte delle corrispondenti, onde l ed l', chiamate v e v_1 le velocità del suono nei due gas, l ed l essendo rispettivamente eguali a $\frac{v}{n}$ e $\frac{v_1}{n}$, si dovrà avere

$$v : v_1 = h : h_1 .$$

E se v rappresenta la velocità del suono nell'aria alla temperatura dell'esperienza, si avrà

$$v_1 = \frac{v \times h'}{h} .$$

(1) Tyndall, *Le Son*, trad. par Moigno p. 185. (1869).

La precedente proporzione suppone che le leggi di Bernoulli siano esattamente verificate dall'esperienza, la qual cosa non è vera. Ma se le lunghezze osservate sono minori delle lunghezze teoriche, il rapporto $\frac{h'}{h}$ resta eguale a $\frac{v'}{v}$, come già lo dimostrò Dulong. Era dunque da verificare se vi avea modo di cogliere con esattezza il punto del massimo rinforzo, perchè allora il detto metodo potea con profitto applicarsi a determinare la velocità del suono nel cloro; perciò sperimentai dapprima su gas di cui era già nota la velocità incominciando dall'anidride carbonica.

L'apparecchio di cui mi sono servito per determinare la velocità del suono consta di una canna di vetro aperta alle due estremità, della lunghezza di 40 centimetri e del diametro interno di 2 centimetri. Questa canna è tenuta verticale ed alla parte inferiore v'è applicato un tubo di gomma, che la mette in comunicazione con altra canna sostenuta da un sopporto avente un movimento a *cremagliera.* Versando dell'acido solforico, che si livella nelle due canne, mercè la cremagliera si può alzare o abbassare il livello del liquido fino a limitare quella colonna gassosa che sarà capace di rinforzare un determinato suono. La lunghezza della colonna è data da una divisione in centimetri e millimetri praticata sulle pareti della canna fissa.

Per ottenere il suono da rinforzarsi ho adoperato un diapason costruito da Koenig, senza cassa di risuonanza, che dà l'ut_3 di 512 vibrazioni semplici al minuto secondo. Scuotendo il diapason e poi avvicinandolo alla bocca della canna fissa, modificando il livello del liquido si può determinare, con un errore non maggiore di mezzo millimetro, la lunghezza della colonna d'aria per es., che produce il massimo rinforzo. Descritto così il metodo ecco i risultamenti da me ottenuti.

Velocità del suono nell' anidride carbonica.

Si determina dapprima la lunghezza della colonna d'aria capace di rinforzare al massimo il Do_3. Poscia s'intro-

duce nella canna un lungo tubetto di vetro che comunica coll'apparecchio generatore dell'anidride carbonica la quale prima di giungere nella canna, attraversa dei vasi lavatori e dei lunghi tubi contenenti delle sostanze essicanti. La canna si riempie per spostamento di anidride carbonica, e l'acido solforico la mantiene asciutta. Sempre col getto in azione si leva poco a poco il tubetto di efflusso, e si determina poi la lunghezza della colonna gassosa che rinforza il Do_3. Ma per questa determinazione bisogna aver cura di tenere il livello del liquido assai più basso del punto a cui deve giungere, perchè in tal modo si è più sicuri, alzando il detto livello, di aver sempre la canna piena di anidride carbonica e di eliminare quella po' di mescolanza coll'aria che potrebbe formarsi alla bocca (1).

In una prima esperienza fatta alla temperatura di 7° trovai i dati seguenti:

Lunghezza della colonna d'aria rinforzante il Do_3 . 318^{mm}

(Il detto numero è la media di 10 osservazioni fatte dentro i limiti di $317^{mm},5$ e $318^{mm},5$).

Lunghezza della colonna d'anidride carbonica . . . . 253^{mm}

(Media di 10 osservazioni).

Per la velocità del suono nell'aria a 0° prendendo 331^m al minuto secondo, si ha per la velocità a 7°

$$331\sqrt{1+0,00367\times 7} = 335^m,2\ ;$$

perciò

$$x = \frac{335,2\times 253}{318} = 266^m,7\ .$$

Il coefficiente di dilatazione dell'anidride carbonica essendo 0,00371, la velocità del suono a 0° in detto gas sarà

(1) Gli orli della canna fissa erano smerigliati, e, levato il tubo di efflusso, si chiudeva la canna con una lastrina di vetro, la quale veniva tolta quando si avvicinava il diapason.

$$\frac{266{,}7}{\sqrt{1+0{,}00371\times 7}} = 263^{m}{,}4\,.$$

Avverto che anche nelle successive esperienze la lunghezza della colonna gassosa esprime sempre la media di 10 osservazioni, presa dentro limiti non mai superiori a un millimetro.

Altre due serie di esperimenti fatti in condizioni favorevolissime, perchè la temperatura scese a 0°,4 e poi a 0°, diedero i seguenti risultamenti:

Lunghezza della colonna d' aria . . . . 312^{mm}
Lunghezza della colonna d' anidride carbonica. . 247^{mm},5

Perciò, senza bisogno di correzione, si avrà subito

$$x = \frac{331\times 247{,}5}{312} = 262^{m}{,}6\,.$$

La media dei risultati è dunque eguale a 263^{m} al m. s. Gli altri sperimentatori hanno ottenuto i seguenti numeri:

Dulong	261^{m},5
Masson	256 ,8
Regnault.	264 ,8 (1) 259 ,7 (2)
Kundt.	264 ,5 .

Velocità del suono nel protossido d' azoto.

Riempiuta per spostamento la canna con protossido di azoto ben secco, si sono ottenuti i seguenti numeri:

Lunghezza della colonna d' aria . . . . 317^{mm},5
Lunghezza della colonna di protossido d' azoto. . 253^{mm},5

Temperatura 7°.

La velocità del suono nell' aria a 7° è metri 335,2; dunque

$$x = \frac{335{,}2\times 253{,}5}{317{,}5} = 267^{m}{,}6\,.$$

(1) Tubo di condotta lungo 70^{m},5.
(2) Detto lungo 567^{m},3.

Il coefficiente di dilatazione del protossido d'azoto è 0,003719, quindi la velocità del suono a 0° sarà

$$\frac{267,6}{\sqrt{1+0,003719 \times 7}} = 264^{m}.$$

Altri sperimentatori hanno ottenuto i seguenti numeri:

Dulong	$261^{m},9$
Masson	256 ,5
Regnault	264 ,8 .

La quasi perfetta concordanza fra i risultati ottenuti col metodo della risuonanza in confronto di quelli avuti da sperimentatori abilissimi, mostra che il detto metodo può con profitto applicarsi a determinare la

Velocità del suono nel cloro.

Ho sviluppato il cloro talvolta colla reazione dell'acido solforico sul cloruro di sodio mescolato col biossido di manganese, e talvolta coll'acido cloridrico unito allo stesso biossido. Il cloro attraversava dapprima diversi vasi lavatori, e poscia passava per lunghi tubi pieni di cloruro di calcio fuso affine di averlo ben secco. Per il riempimento della canna risuonante si sono usate tutte quelle precauzioni che ho già accennate nelle precedenti esperienze, e parmi di non aver trascurato cautele perchè i risultamenti riuscissero esatti. Avverto pure che la temperatura del gas che trovavasi raccolto nella canna, poteva ritenersi eguale a quella dell'ambiente, perchè un termometro sensibilissimo introdotto nella canna accusava appena un quinto di grado in più rispetto alla temperatura esterna. Ecco ora i dati di varie esperienze:

Esperienza I^{a}.

Lunghezza della colonna d'aria . . . . $314^{mm},5$
Lunghezza della colonna di cloro . . . . 197^{mm}.

Temperatura $2^{o},5$.

Velocità del suono nell'aria a $2^{o},5$ . . . . $332^{m},4$.

Si avrà dunque

$$x = \frac{332{,}4 \times 197}{314{,}5} = 208^{m}{,}2\,.$$

Mancando il coefficiente di dilatazione del cloro, per la riduzione a 0° prendo quello del *cianogeno* che è 0,00387; si avrà quindi:

$$\frac{208{,}2}{\sqrt{1+0{,}00387 \times 2{,}5}} = 207^{m}{,}2\,.$$

Ovvero, supponendo lo stesso coefficiente di dilatazione tanto per l'aria quanto per il cloro, poichè per la riduzione della velocità a 0° si dovrebbe prima moltiplicare e poi dividere per lo stesso numero, si avrà immediatamente:

$$x = \frac{331 \times 197}{314{,}5} = 207^{m}{,}3\,.$$

Esperienza II^a^.

Lunghezza della colonna d'aria	317^{mm}
Lunghezza della colonna di cloro	198^{mm}

Temperatura 5°,7.

La velocità del suono nell'aria è . . . . . . $334^{m}{,}4$

$$x = \frac{334{,}4 \times 198}{317} = 208{,}8\,.$$

La velocità ridotta a 0° col coefficiente di dilatazione del cianogeno è

$$\frac{208{,}8}{1{,}0109} = 206^{m}{,}5\,.$$

Ovvero, supponendo eguali i coefficienti di dilatazione

$$\frac{331 \times 198}{317} = 206^{m}{,}7\,.$$

Esperienza III^a.

Lunghezza della colonna d' aria . . . . 334^{mm}
Lunghezza della colonna di cloro . . . . 199^{mm}.

Temperatura 6°,6.

Velocità del suono nell' aria . . . . $334^{m},9$

$$x = \frac{334{,}9 \times 199}{318} = 209^{m},5 .$$

Velocità corretta

$$\frac{209{,}5}{1{,}01269} = 206^{m},8 ;$$

ovvero

$$\frac{331 \times 199}{318} = 207^{m},1 .$$

Esperienza IV^a.

Lunghezza della colonna d' aria. . . . . 318^{mm}
Lunghezza della colonna di cloro . . . . 198^{mm}.

Temperatura 7°.

$$x = \frac{335{,}2 \times 198}{318} = 208^{m},7 .$$

Velocità corretta

$$\frac{208{,}7}{1{,}0134} = 205^{m},9 ;$$

ovvero

$$\frac{331 \times 198}{318} = 206^{m},1 .$$

Esperienza V.ª

Temperatura 7°.

Risultati identici a quelli dell' esperienza IVª.

Quadro riassuntivo delle precedenti esperienze.

NOME DEL GAS	Temperatura	Lunghezza della colonna d'aria	Lunghezza della colonna gassosa	Velocità del suono nell'aria alla temperat. dell'esperienza	Velocità del suono nel gas alla temperat. dell'esperienza	Velocità del suono nel gas ridotta a 0°
Anidride carbonica .	7°	318mm	253mm	335m,2	266m,7	263m,4
»	0,4—0	312	247 ,5	331	262 ,6	262 ,6
Protossido d'azoto . .	7	317 ,5	253 ,5	335 ,2	267 ,6	264
Cloro	2,5	314 ,5	197	332 ,4	208 ,2	207,2—207,3
»	5,7	317	198	334 ,4	208 ,8	206,5—206,7
»	6,6	318	199	334 ,9	209 ,5	206,8—207,1
»	7	318	198	335 ,2	208 ,7	205,9—206,1
»	7	id.	id.	id.	id.	id. id.

Dalle precedenti esperienze potremo dunque concludere che la velocità del suono nel cloro ha un valore medio di $206^m,4$ al m. s. alla temperatura di 0°. Io credo che il detto valore possa ritenersi molto prossimo al vero; imperocchè se si volesse determinare la velocità del suono nel cloro deducendola dalla formula

$$331 \sqrt{\frac{1}{\delta}},$$

dovrebbe risultare un valore maggiore di quello trovato, perchè nello stabilire la formula si è supposto che i gas sieno perfetti. Ed invero, ponendo nella formula il numero che rappresenta la densità del cloro rispetto all'aria, che è 2,47 come risulta dall'osservazione, ovvero 2,426 come risulta dalla teoria, si ha nel primo caso

$$331 \sqrt{\frac{1}{2,47}} = 210^m,6;$$

e nel secondo

$$331 \sqrt{\frac{1}{2,426}} = 212^m,5\,.$$

Qualora poi si volesse dedurre la velocità del suono nel cloro dalla lunghezza della canna risuonante, dovrebbe risultare un numero inferiore a quello trovato colla proporzione. E infatti, prendendo i dati dell'ultima esperienza si ha che la semi-onda $\frac{l}{2} = 198 \times 2 = 0^m,396$; dunque $v = 0^m,396 \times 512 = 202^m,7$: laddove la velocità trovata colla proporzione è $208^m,7$. Si vede adunque che il valore medio 206,4 è compreso dentro limiti ragionevoli, e di poco può differire dal valore vero.

Determinazione del rapporto $\frac{c}{c_1}$.

Preso dunque come valore medio della velocità del suono nel cloro il numero 206,4, mediante la formula

$$v^2 = \frac{g.\mathrm{D}.0,76}{d}\mathrm{K}$$

determineremo il valore di $\mathrm{K} = \frac{c}{c_1}$.

I dati da sostituirsi nella formula sono i seguenti:

g (intensità della gravità a Venezia)	$9^m,806$
D (densità del mercurio a 0°)	13 ,596
d (densità del cloro rispetto all'acqua). . . .	0 ,00318

dunque

$$(206,4)^2 = \frac{9,806 \times 13,596 \times 0,76}{0,00318}\mathrm{K}$$

d'onde K = 1,336.

Il calore specifico del cloro a pressione costante è, in volume, eguale a 0,2964 (Regnault); dunque il calore specifico a volume costante risulterà eguale a

$$\frac{0,2964}{1,336} = 0,2217 .$$



SULLA TENSIONE MASSIMA DEI VAPORI DI ALCUNI LIQUIDI E SULLA DILATAZIONE TERMICA DI QUESTI; ESPERIENZE DI A. NACCARI E S. PAGLIANI.

1. Di pochi liquidi son note le varie proprietà termiche; per pochissimi si può asserire che quelle proprietà sieno state studiate sul medesimo liquido, anzichè su saggi preparati in modi diversi, e perciò probabilmente non eguali nella loro chimica costituzione. La conoscenza di quelle proprietà e l'esame delle relazioni che possono esistere fra esse, sono importanti per l'applicazione della teoria termodinamica ai liquidi e per lo studio della essenza stessa dello stato liquido. Nel-

l'intento di estendere a qualche liquido non ancora interamente studiato l'esame delle varie proprietà termiche abbiamo cominciato dal misurare entro certi limiti segnati dai mezzi, di cui potevamo disporre, le tensioni massime dei vapori d'alcuni liquidi; nel presente scritto esponiamo i risultati delle misure fatte finora, aggiungendovi pure le determinazioni della dilatazione termica.

Il metodo che abbiamo usato per misurare le tensioni massime, è quello detto *dinamico.* Nell'apparecchio che il Regnault costruì per l'applicazione di questo metodo, la caldaia, che conteneva il liquido bollente, stava in comunicazione con uno spazio pieno d'aria, la cui pressione poteva assumere valori diversi e venir mantenuta costante. La costruzione d'un tale apparecchio è difficile e costosa. Noi abbiamo dovuto cercar d'ottenere con mezzi di gran lunga più semplici la misura delle tensioni dei vapori entro limiti certamente assai più vicini che quelli dell'esperienze del Regnault, ma tuttavia discretamente discosti. Perciò, pure adottando il principio del metodo del Regnault, anzichè tentare di mantenere perfettamente separato lo spazio interno dall'esterno, ci siamo appigliati al partito di far entrare od uscire tant'aria dallo spazio posto in comunicazione col vaso in cui stava il liquido bollente, quanta nel tempo stesso ne usciva od entrava per le minime ma inevitabili comunicazioni rimaste, e ottener pressione costante in tal modo.

Il liquido, del cui vapore si vuole studiare la tensione massima, è contenuto in un pallone di vetro A *(Tav. II)*; il termometro *a* deve indicare la temperatura dei vapori. Esso attraversa il tappo di sovero applicato al pallone e con la estremità inferiore del serbatoio sta a pochi centimetri dal livello del liquido. Il serbatoio e la parte inferiore del cannello sono rivestiti con due involucri cilindrici e d'asse comune di lamina di platino affine di sottrarli all'influenza delle radiazioni termiche delle pareti e degli oggetti esterni. Il tappo di sovero applicato al pallone è anche attraversato da un tubo di vetro B largo 15 mm., il quale appena uscito dal tappo, si ripiega, e corre, leggermente inclinato, fino a congiun-

gersi col serpentino C. Esso è circondato per buon tratto da un tubo d'asse comune B'; lo spazio anulare interposto è continuamente percorso da una corrente d'acqua fredda. Il serpentino C è di vetro; è contenuto in un vaso di vetro pieno d'acqua fredda che continuamente si cangia, oppure, in certi casi, di ghiaccio. Il serpentino è congiunto con un pallone capovolto D, che ha due fori laterali; l'uno di questi N mette al manometro, l'altro al vaso di vetro E pieno d'aria, la cui pressione durante un'esperienza può esser mantenuta costante. Fra il pallone D e il vaso E trovasi un tubo pieno di cloruro di calcio per trattenere il vapor d'acqua. Il manometro è quello stesso del termometro ad aria del Jolly; è costituito da due tubi di vetro che possono scorrere lungo una scala divisa verticale e che sono congiunti mediante un tubo di gomma rivestito con un robusto tessuto. La scala è di vetro; fu divisa in millimetri sulla faccia posteriore, e poi amalgamata al modo dei soliti specchi. Abbiamo verificato la esattezza della scala mediante un catetometro. Un tubo di vetro congiunge il pallone D col vaso molto più grande E. Quest'ultimo comunica per mezzo del tubo F con una pompa aspirante o con una premente, per mezzo del tubo G col regolatore H della pressione. La pompa rarefà o condensa continuamente l'aria nel vaso E, e attraverso il regolatore entra o esce contemporaneamente tant'aria quanta occorre perchè si mantenga la pressione voluta.

Supponiamo che si debba fare una esperienza a pressione minore dell'atmosferica. Il tubo F dovrà in tal caso congiungere il vaso E con una pompa aspirante. Il tubo G dovrà esser congiunto col tubo L, del regolatore. Questo è principalmente costituito da un cilindro di vetro H chiuso superiormente da un tappo di sovero. Attraverso il tappo passa, oltre il tubo L, che s'addentra assai poco, un tubo O che è aperto ai due capi e va fin presso al fondo del cilindro. Alla estremità inferiore di questo è applicata una chiavetta di ferro. Il cilindro contiene mercurio, che può essere introdotto per mezzo del tubo O e tolto con la chiavetta ora menzio-

nata. Quando la pompa aspira l'aria del vaso E, il mercurio s'innalza nello spazio anulare del regolatore, e si abbassa nel tubo O fino a che il livello giunga all'estremità inferiore M del tubo. Dicasi H la pressione atmosferica, h la differenza di livello fra la superficie superiore del mercurio nello spazio anulare e la bocca inferiore M del tubo O. Se l'azione della pompa è tale da estrarre più aria di quella che in pari tempo entra per le imperfette congiunzioni, dell'aria entra dalla bocca M attraversando il mercurio dello spazio anulare, ed entrando in copia tanto maggiore quant'è maggiore l'azione della pompa, mantiene la pressione in E al valore $H-h$. A facilitare l'entrata dell'aria serviva una spirale di ferro collocata entro il tubo O.

La pompa aspirante era nel nostro caso una pompa del Bunsen fondata sull'effetto di aspirazione prodotto da una corrente discendente di acqua. Variando la quantità di mercurio contenuta nello spazio anulare, si poteva dare alla pressione $H-h$ il valore opportuno. Per affrettare la rarefazione riescì spesso opportuno aggiungere l'azione di una piccola pompa a mano a quella della pompa principale. A ciò serviva il tubo N' che congiungeva il vaso E con una piccola pompa a mano, la quale, maneggiata con precauzione, per non richiamare l'acqua nell'apparecchio esercitando un'aspirazione troppo rapida, riduceva presto l'aria interna al grado di rarefazione, che l'altra pompa poi manteneva. Nel tubo N' stava una chiavetta a tre vie che serviva a togliere o stabilire la comunicazione dell'apparecchio con la piccola pompa a mano per mezzo del tubo b e con l'atmosfera per mezzo del tubo P.

Quando si voleva ristabilire nell'apparecchio la pressione atmosferica dopo avervi prodotto rarefazione, conveniva, prima di sospendere la corrente d'acqua della pompa del Bunsen, mettere in comunicazione, mediante la chiavetta indicata lo spazio interno con l'atmosfera; altrimenti l'acqua sarebbe stata aspirata nell'apparecchio. Se si voleva sperimentare con pressioni maggiori dell'atmosferica, conveniva stabilire la comunicazione del vaso E con una macchina comprimente, e

congiungere il tubo G con la estremità superiore del tubo O lasciando aperto il capo superiore del tubo L. In tal caso, se la macchina comprimente inviava in E più aria che non ne uscisse contemporaneamente dall'apparecchio per le imperfette congiunzioni, il livello del mercurio nel tubo O mantenevasi al punto M e sfuggiva dell'aria attraverso il mercurio dello spazio anulare. Se la distanza verticale del livello del mercurio nello spazio anulare dal capo M del tubo O è h, e se la pressione atmosferica è H, sarà $H + h$ il valore, a cui si manterrà la pressione nel pallone E. La pompa soffiante da noi adoperata è quella di Arzberger e Zulkowski fornitaci dal Desaga di Heidelberg, resa attiva da una corrente discendente di acqua. Ristringendo il tubo, per il quale l'acqua esce da questa pompa, abbiamo potuto ottenere che l'aria venisse cacciata nell'apparecchio anche quando la pressione interna era di 20 cent. di mercurio superiore all'esterna. Si avrebbe potuto ottenere assai più, se le condizioni del Laboratorio lo avessero consentito.

Dopo che il nostro apparecchio era già compiuto ci avvedemmo, che l'illustre chimico L. Meyer aveva già applicato la pompa del Bunsen alla determinazione del punto d'ebollizione dei liquidi sotto pressioni inferiori a un'atmosfera (1). Il Meyer però non ha cercato di porre il suo apparecchio nelle condizioni che son necessarie per avere esattezza. Le poche esperienze di saggio riferite dal Meyer danno per l'acqua delle tensioni massime, che fra 70 e 93° differiscono anche di 13 mill. da quelle del Regnault; se ne scostano tutte nello stesso senso, e in media di 9 millim.

2. La prima questione che noi dovevamo risolvere era questa, se il termometro posto nelle condizioni poc'anzi descritte, veramente indicasse la temperatura dei vapori. Perciò abbiamo fatto anzi tutto un diligente confronto del nostro termometro col termometro ad aria.

Il termometro era stato costruito dal Fastrè ed aveva scala arbitraria: sei divisioni di questa corrispondevano presso a poco ad un grado.

(1) L. Meyer, *Zeitschrift f. anal. Chemie*, 1873, 203.

Una difficoltà abbastanza grave nelle misure della temperatura, che dovevamo eseguire, stava nella correzione dovuta allo sporgere della colonna termometrica dal pallone. Per superarla abbiamo proceduto così. Abbiamo fatto in modo che nel bagno, in cui stavano insieme il termometro a mercurio e il termometro ad aria, il primo di questi s'immergesse fino alla divisione stessa, fino alla quale doveva immergersi poi nel pallone dell'apparecchio destinato alla misura delle tensioni. In tal modo sarebbe stato tolto ogni errore dalle successive determinazioni, se la temperatura della colonna sporgente del termometro, tanto nel caso del confronto di esso con quello ad aria, quanto nell'apparecchio per le tensioni fosse stata la stessa. Ma nè poteva verificarsi questa eguaglianza di temperatura, nè si potè sempre nelle varie esperienze far che il cannello del termometro di tanto sporgesse dal pallone di quanto sporgeva dal bagno, quando lo si paragonava col termometro ad aria. Perciò nell'uno e nell'altro caso si fece la correzione della temperatura dovuta alla colonna sporgente seguendo il solito metodo; alcune apposite esperienze ci aveano prima mostrato che quel metodo dava buoni effetti per il nostro termometro. Così procedendo, benchè non si possa ammettere che ogni errore per la sporgenza della colonna sia eliminato, si deve ritenere però che sia attenuato assai. Un termometro ausiliario, il cui bulbo stava presso al punto di mezzo della colonna termometrica sporgente, serviva ad indicare il valore che si doveva assumere per la temperatura esterna.

Abbiamo eseguito 23 esperienze di confronto fra i due termometri. Da esse abbiamo dedotto una formola che dà le temperature del termometro ad aria in funzione del numero delle divisioni osservate sul termometro a mercurio.

Di poi abbiamo eseguito 17 esperienze per determinare le tensioni massime del vapor d'acqua col nostro apparecchio a temperature diverse, e confrontarle con quelle ottenute dal Regnault. Nella tabella seguente la prima colonna indica le temperature, la seconda le tensioni massime del vapor d'acqua da noi osservate, la terza le tensioni massime dedotte

per le temperature stesse dalla formola del Reguault, la quarta le differenze fra i nostri valori e quelli del Regnault;

T	F	F_R	Δ	T	F	F_R	Δ
51,12	96,6	97,3	—0,7	77,56	320,8	320,9	—0,1
54,84	116,9	116,6	+0,3	81,72	379,9	380,3	—0,4
58,00	135,5	135,9	—0,4	83,90	414,7	414,6	+0,1
62,64	169,3	168,1	+1,2	88,29	491,3	492,1	—0,8
64,44	182,2	182,3	—0,1	90,54	536,0	536,3	—0,3
65,78	193,6	193,6	0,0	94,38	620,7	619,3	+1,4
66,58	200,5	200,7	—0,2	94,63	623,7	625,0	—1,3
71,84	252,7	252,4	+0,3	99,56	746,2	748,0	—1,8
75,33	292,7	292,5	+0,2				

Le differenze fra i valori da noi trovati e quelli del Regnault, sono abbastanza piccole, perchè si possa ammettere che il termometro dell' apparecchio indica con molta approssimazione le temperature dei vapori, tanto più che quelle differenze hanno segni alternati. Conviene osservare che nell' esperienze del Regnault (1), fatte in condizioni particolarmente vantaggiose, le differenze fra i valori calcolati e gli osservati giungono al valore $1^{mm},2$ per una esperienza fatta a $92^{\circ},2$ e se si prende la media di quelle differenze non tenendo conto del segno, si ha $0^{mm},4$ in 15 esperienze fatte fra 50 e 100°.

La media del nostro caso, in cui si tratta del confronto di esperienze fatte con apparecchi diversi, è 0,54, il che prova una esattezza soddisfacente. Conviene ancora notare che le differenze fra i valori calcolati dal Magnus e quelli da lui stesso osservati giungono tra 95° e 100° anche a $6^{mm},4$ (2).

3. Parendoci sufficiente provato che l' apparecchio poteva dare con discreta esattezza le tensioni massime dei vapori, abbiamo studiato sei liquidi, i quali, avendo il punto di ebollizione poco discosto da 100°, si prestavano bene per le nostre esperienze. I liquidi studiati sono; toluene, alcool propilico primario, alcool isobutilico, formiato d' etile, acetato di

(1) Regnault, *Mém. de l' Ac.* XXI.

(2) Magnus, *Pogg. Ann.* LXI, 225 (1844).

etile, propionato d'etile. Due di questi, gli alcool propilico e isobutilico, furono già studiati rispetto alle tensioni massime dal Pierre e dal Puchot [1].

Non avendo però questi sperimentatori, nè indicato il metodo da essi seguito, nè riferito le osservazioni sperimentali, ma solo una tabella che dà le tensioni di 10° in 10°, ci parve non inutile il sottoporre ad esperienza anche quei due liquidi [2].

Tutti i sei liquidi nominati son tali, che, quantunque si abbia la massima cura per operare sopra sostanze pure, è difficile che non si trovino valori alquanto diversi delle tensioni massime quando si esperimenti sopra porzioni di diversa provenienza o preparate in diverso modo.

Una piccola diversità nella chimica composizione, una piccola impurità si rivelano in modo spiccatissimo nei valori delle tensioni. Ciò del resto è applicabile a molti dei liquidi, su cui ha sperimentato il Regnault, come egli stesso ha osservato. A meglio stabilire la natura dei liquidi adoperati, dopo aver cercato con gran diligenza di prenderli puri, abbiamo studiato la loro dilatazione termica da 0° al punto di ebollizione. Tutti i liquidi adoperati provenivano dalla rinomata fabbrica del Kahlbaum. In generale, la costanza del punto di ebollizione alla pressione ordinaria non può ritenersi sicuro carattere della perfetta omogeneità del liquido. Noi abbiamo essiccato e distillato frazionatamente ciascun liquido, e abbiamo sempre operato sopra una porzione di esso tale che presentasse temperatura d'ebollizione costante sotto qualunque pressione.

Benchè le nostre esperienze sieno comprese, per le condizioni in cui abbiamo operato, entro limiti piuttosto vicini, esse valgono a dare il valore della tensione massima F per valori della temperatura T, che possono presentarsi facilmente nella pratica, e il valore della quantità $\frac{dF}{dT}$ opportu-

(1) Pierre e Puchot, *Annales de Ch. et de Phy.*, (4) XXII, 234 (1871).

(2) È uscito recentissimamente un esteso lavoro del sig. Schumann, *Sulle tensioni massime degli eteri*. (Wied. Ann. XII, 40).

tuno per la verificazione di certe formole di termodinamica.

Una parte soltanto delle esperienze fu eseguita col termometro, di cui si parlò più sopra; rottosi per un accidente quel termometro, si dovè far per un altro lo stesso studio fatto per il primo. Per ogni modificazione dell'apparato, che si presentò necessaria nel corso delle esperienze, si ebbe cura di fare diligenti verificazioni sperimentando sull'acqua.

La quantità di liquido che si versava nel pallone, stava fra i 400 e i 500 grammi. Prima di fare una serie di esperienze sopra un liquido, ci siamo sempre accertati che la sua temperatura di ebollizione nell'apparecchio era costante.

È un po' difficile a basse pressioni il far sì che l'ebollizione avvenga regolarmente senz' urti. L' espediente, che abbiamo trovato migliore è quello di immergere nel pallone dei cannelli sottili di vetro, il cui capo superiore sia chiuso. L'aria, che se ne svolge, mantiene lungamente regolare la ebollizione.

L'ordine delle osservazioni era questo. Col mezzo della pompa si stabiliva anzi tutto nell'apparecchio la minima pressione possibile. In causa della grande capacità dell'apparecchio l'azione della pompa era lenta. Ad affrettare la rarefazione ci servivamo allora della piccola pompa a mano. Collocata nel regolatore la quantità opportuna di mercurio, quando, mercè il regolatore, la pressione era costante e pur costante la temperatura, si cominciava la serie delle esperienze.

Si osservava anzi tutto il termometro col mezzo di un cannocchiale; subito dopo con altro cannocchiale il manometro, indi novamente il termometro. Di lì a tre o più minuti si ripetevano le osservazioni, poi ancora una volta dopo un eguale intervallo.

Se i valori così ottenuti erano corcordanti, si variava la pressione togliendo del mercurio dal regolatore, e si aspettava che la temperatura divenisse costante per fare un altro gruppo d'osservazioni simili al precedente.

In generale, la costanza della temperatura si otteneva rapidamente; otto a dieci minuti erano a ciò sufficienti.

In questo modo, vale a dire, con sei osservazioni del ter-

mometro e tre del manometro, che esigevano un intervallo di tempo di 10 a 15 minuti, venne determinato ciascuno dei risultati sperimentali che sta registrato nelle tabelle seguenti.

4. *Esperienze sul toluene.* — Le misure delle tensioni massime del toluene furono eseguite in parte col primo dei termometri sopra accennati, in parte con l'altro e con un intervallo non piccolo di tempo. Tuttavia, le due serie di esperienze diedero due curve che si congiunsero e si sovrapposero assai bene. Nella tabella seguente sono registrati i risultati d'ambedue le serie. La prima colonna contiene le temperature la seconda le tensioni corrispondenti osservate:

t	F	F_1	F_2	t	F	F_1	F_2
54,99	112,8	112,8	112,6	95,67	487,0	488,3	489,3
56,03	117,6	117,7	117,5	97,46	515,5	516,4	517,6
57,94	127,5	127,4	126,9	99,14	544,5	544,0	545,3
60,84	143,4	143,2	142,6	101,89	591,1	590,0	592,9
64,39	164,8	164,6	163,8	103,73	623,6	625,7	626,6
66,76	180,6	180,3	179,5	104,37	639,9	637,8	638,7
70,77	209,5	209,5	208,6	105,22	652,4	654,2	655,1
75,13	245,8	245,4	244,7	106,75	681,5	684,7	684,1
77,61	267,4	268,0	267,5	108,35	715,2	717,8	718,0
78,60	277,7	277,5	277,0	108,94	731,1	730,3	730,3
80,47	296,1	296,1	295,7	109,34	739,9	738,9	738,8
82,12	313,6	313,3	313,1	110,76	769,0	770,2	769,3
82,93	321,8	322,1	322,0	111,92	795,5	796,5	795,3
84,68	341,4	341,7	341,7	113,39	830,2	830,9	828,9
87,15	370,8	371,0	371,4	114,82	864,4	865,5	862,6
90,23	410,1	410,3	411,1	115,78	887,7	889,4	885,7
92,77	445,3	445,4	446,3	116,71	912,0	912,9	908,7
94,17	465,7	465,7	466,7				

I valori F e t vennero costruiti, e dalla curva si dedusse la formola seguente:

$$\log F_1 = 6,381604 - a\alpha^t - b\beta^t ,$$

in cui $\log a = 0,7043350$, $\log \alpha = 9,9985175$,

$\log b = 9,8185182$, $\log \beta = 9,9874157$.

I valori F_1, calcolati con questa formola, sono registrati nella terza colonna della precedente tabella.

Abbastanza bene si presta anche quest' altra formola più semplice, con la quale sono stati calcolati i valori F_2 contenuti nella quarta colonna

$$\log F_2 = 4{,}766046 - a\alpha^t \ ,$$

in cui $\log a = 0{,}591089 \ , \qquad \log \alpha = 9{,}9971382 \ .$

Per verificare le nostre esperienze, e nel tempo medesimo estenderle, abbiamo determinato la tensione massima del vapore del toluene col metodo statico alla temperatura ordinaria. In queste esperienze è molto importante aver cura di espellere dai liquidi l'aria che tengono ordinariamente disciolta in quantità considerevole. Quest' aria, quando il liquido passa nello spazio torricelliano, s' espande in esso, e la sua pressione s' aggiunge alla tensione del vapore. Per evitare questa causa di errore abbiamo proceduto così: Preparate due canne barometriche facendovi bollire a lungo il mercurio le abbiamo disposte in una stessa bacinella, in luogo dove la temperatura non fosse molto variabile, ed abbiamo osservato la differenza di livello del mercurio in esse. Questa differenza doveva essere nulla o piccolissima: altrimenti si preparava un'altra canna. Il toluene si fece bollire per più ore in un pallone, il cui collo era attraversato da due tubi. L'uno di questi metteva ad un serpentino sovrapposto circondato da acqua che si rinnovava continuamente. L'altro molto sottile si ripiegava e stava col capo libero immerso in una bacinella di mercurio. La canna, in cui si voleva introdurre il toluene venne portata in questa bacinella e al momento opportuno si esercitò una compressione nel pallone congiungendo il capo libero del serpentino con una pompa premente. Allora il liquido contenuto nel pallone s'alzava nel tubo sottile ripiegato spingendo innanzi a sè l'aria che v' era imprigionata e usciva dalla bocca del tubo immersa nel mercurio e attraversava quest'ultimo. Uscite alcune goccie si portò il capo inferiore della canna sopra la bocca del tubo affinchè il toluene

vi entrasse, indi la canna si riportò, con molta cautela per evitare l'ingresso di bolle d'aria, nella bacinella, dove stava la canna barometrica che serviva di confronto.

Da sette osservazioni fatte a temperature poco diverse, applicate le correzioni necessarie, risultò che la tensione massima del vapore del toluene a 14°,85 è 16,88 mm. La formola con tre termini dà 16,96. La differenza pertanto è piccola assai e tale, che, quando non occorra grande precisione, ci permette di ammettere che anche nell'intervallo fra 55 e 15 le tensioni massime del toluene sieno quelle date dalla formola stessa.

La dilatazione termica del toluene fu studiata col mezzo di un dilatometro a cannello diviso. Si seguì il solito metodo. Anzitutto si determinò la capacità del serbatoio e delle particelle del cannello. Poi si studiò la dilatazione termica del dilatometro stesso.

A 0°, operando con molta cura, trovammo per il toluene la densità 0,88218. Beilstein e Kühlberg hanno trovato 0,8824, Louguinine 0,8841. Nella tabella seguente stanno i valori δ, dedotti direttamente dall'esperienza e corrispondenti alle temperature t. Questi e tutti gli altri valori da noi riferiti sono calcolati rispetto alla densità dell'acqua distillata a 4° presa per unità. S'intende già che alle pesate furono applicate le correzioni dovute all'aria spostata:

t	δ	δ'	t	δ	δ'
0,00	0,8822	0,8822	42,24	0,8430	0,8429
2,77	0,8797	0,8797	45,12	0,8404	0,8402
3,59	0,8789	0,8789	56,84	0,8288	0,8289
10,17	0,8729	0,8729	60,04	0,8258	0,8258
10,89	0,8722	0,8722	71,13	0,8149	0,8150
14,13	0,8692	0,8692	72,46	0,8136	0,8137
16,04	0,8675	0,8675	86,14	0,8002	0,8002
18,43	0,8653	0,8653	99,01	0,7874	0,7874
28,74	0,8556	0,8557	99,19	0,7873	0,7872
32,61	0,8520	0,8520	105,17	0,7811	0,7812

I valori δ' furono calcolati con la formola:

$$\delta' = a - bt - ct^2 ,$$

in cui

$a = 0,88218$, $\log b = 6,9584796$, $\log c = 3,6912505$.

5. *Esperienze sull' alcool propilico primario.* — I valori F, segnati nella seguente tabella, rappresentano le tensioni massime dell' alcool propilico primario alle temperature corrispondenti t:

t	F	F'	t	F	F'
59,73	153,7	153,8	90,54	603,0	603,2
64,07	190,2	190,0	92,11	641,8	641,8
67,95	227,2	228,3	93,56	676,4	678,9
71,36	266,6	267,2	94,60	704,5	706,8
74,12	303,4	302,5	95,77	739,9	739,3
76,79	342,9	340,3	95,91	742,5	743,2
78,86	374,1	372,3	97,10	778,3	777,5
81,22	412,0	411,8	98,32	816,8	814,0
83,41	450,0	451,6	99,71	858,8	857,2
85,31	488,1	488,4	100,87	897,0	894,7
87,24	528,4	528,6	101,06	913,0	911,0
88,90	564,1	565,1			

I valori F' sono stati calcolati con la formola

$$\log F = 5,160074 - a\alpha^t ,$$

in cui $\log a = 0,6606584$, $\log \alpha = 9,9968615$.

In modo simile a quello, che fu sopra descritto per il toluene, abbiamo determinato la tensione massima del vapore d' alcool propilico primario alla temperatura ordinaria col metodo statico.

Le osservazioni furono 17; il medio risultato fu 11,39 mm. a 15°,11. La formola indicata di sopra dà 11,37; abbiamo dunque un risultato molto soddisfacente.

La densità a 0° dell' alcool propilico da noi adoperato è 0,8203: il Rossi trovò 0,8205, il Pierre e il Puchot 0,8198, Saytzeff 0,823.

Nella tabella seguente sono indicati i valori δ della densità del liquido da noi adoperato corrispondenti alle temperature t:

t	δ	δ'	t	δ	δ'
0	0,8203	0,8203	54,51	0,7761	0.7761
8,92	0,8133	0,8132	66,72	0,7652	0,7653
9,71	0,8127	0,8126	67,46	0,7646	0,7646
24,61	0,8007	0,8007	76,74	0,7560	0,7560
25,46	0,8001	0,8001	77,69	0,7550	0,7551
38,18	0,7898	0,7898	84,18	0,7488	0,7488
43,35	0,7854	0,7855	84,98	0,7480	0,7480
44,16	0,7848	0,7848	94,40	0.7385	0,7383
53,10	0,7773	0,7773			

I valori δ' segnati nella terza colonna sono stati calcolati con la formola

$$\delta' = 0,8203 - at + bt^2 - ct^3 ,$$

essendo

$$\log a = 6,90228, \qquad \log b = 3,66482, \qquad \log c = 2,10469.$$

6. *Esperienze sull' alcool isobutilico.* — Le tensioni massime F sono date nella seguente tabella:

t	F	F'	t	F	F'
70,72	164,1	164,7	100,6	596,5	595,4
75,70	208,7	208,3	102,4	639,2	638,6
79,28	245,1	245,2	104,2	682,9	683,9
82,43	282,4	282,1	105,3	711,5	711,2
85,33	320,9	320,0	106,4	741,8	741,8
88,19	361,7	361,5	107,8	780,9	779,9
90,54	398,4	398,8	109,2	822,0	821,3
92,68	435,8	437,3	110,5	860,3	861,2
94,83	475,0	475,0	111,7	899,2	899,1
96,91	515,3	516,0	112,3	917,0	917,2
98,82	557,1	556,2	113,1	940,1	940,4

I valori F' furono calcolati con la formola

$$\log F' = 5{,}037817 - a\alpha^t$$
$$\log a = 0{,}6771178$$
$$\log \alpha = 9{,}9967946\ .$$

Col metodo statico abbiamo fatto 14 osservazioni, il cui medio risultato fu mm. 5,72 a 14°,32. La formola dà 5,76; e quindi concorda bene con l'esperienza.

Abbiamo trovato il valore 0,81624 per la densità a 0° dell'alcool isobutilico da noi adoperato nelle precedenti esperienze. Pierre e Puchot trovarono 0,817, Lieben 0,827. Qui sotto sono indicati i valori δ da noi ottenuti per la densità dell'alcool stesso a varie temperature:

t	δ	δ'	t	δ	δ'
0	0,8162	0,8162	37,29	0,7872	0,7875
7,56	0,8105	0,8105	46,56	0,7800	0,7799
8,49	0,8098	0,8098	46,71	0,7799	0,7798
14,50	0,8052	0,8053	60,70	0,7680	0,7680
17,80	0,8027	0,8027	68,97	0,7608	0,7607
19,00	0,8018	0,8018	80,86	0,7497	0,7498
19,10	0,8017	0,8017	99,28	0,7318	0,7318
30,71	0,7927	0,7927	99,48	0,7315	0,7315
31,25	0,7923	0,7923	101,97	0,7295	0,7291

I valori δ' sono stati calcolati con la formola

$$\delta = 0{,}81624 - At - Bt^2 - Ct^3$$

essendo

$$\log A = 6{,}87551, \qquad \log B = 3{,}43912, \qquad \log C = 1{,}86857.$$

Minore approssimazione, ma pur discreta, dà la formula

$$\delta = 0{,}81624 - At - Bt^2,$$

$$\log A = 6{,}85341, \qquad \log B = 4{,}14152,$$

7. *Esperienze sul propionato d'etile.* — I valori F delle tensioni massime riferiti qui sotto sono quelli direttamente osservati:

t	F	F'	t	F	F'
49,53	120,5	119,5	90,19	563,6	565,6
51,71	133,1	129,4	92,56	612,3	611,4
58,87	180,5	177,4	95,32	666,7	668,4
65,31	229,2	230,0	97,01	704,7	705,2
69,50	269,4	270,5	98,27	736,7	733,7
74,16	317,9	322,6	98,49	738,8	738,9
76,61	353,0	352,9	99,88	772,6	771,4
81,14	412,6	415,0	101,41	808,8	808,7
83,64	451,3	453,0	102,49	836,2	835,8
87,47	514,5	516,4	103,97	872,6	874,2
90,13	562,6	564,4	105,34	909,6	910,8.

I valori F' sono stati calcolati con la formola

$$\log F' = 4{,}839293 - a . \alpha^t$$

$$\log a = 0{,}5894836, \qquad \log \alpha = 9{,}9970062 .$$

Col metodo statico abbiamo ottenuto 22,02 mm. a 14°,99, come risultato medio di 34 osservazioni. La formola dà millim. 21,64, la differenza è abbastanza piccola. In generale però queste esperienze col propionato d'etile riuscirono meno regolari e concordanti delle altre.

Il propionato d'etile da noi adoperato aveva a 0° la densità 0,91089. Pierre e Puchot hanno invece trovato 0,9137, Kopp 0,9232. Seguono i valori δ della densità da noi ottenuti a varie temperature:

t	δ	δ'	t	δ	δ'
0,00	0,9109	0,9109	51,29	0,8523	0,8523
12,03	0,8975	0,8975	52,05	0,8514	0,8514
12,60	0,8968	0,8968	63,32	0,8379	0,8380
24,12	0,8837	0,8838	64,46	0,8365	0,8367
24,57	0,8832	0,8833	73,88	0,8254	0,8253
30,43	0,8764	0,8766	74,46	0,8247	0,8246
31,12	0,8757	0,8758	82,78	0,8148	0,8145
41,54	0,8637	0,8637	84,58	0,8124	0,8123
42,18	0,8629	0,8630	92,96	0,8020	0,8020

I valori δ' furono calcolati con la formola

$$\delta' = 0,91089 - at - bt^2$$

$$\log a = 7,04370 \ , \qquad \log b = 3,84998 \ .$$

8. *Esperienze sull' acetato di etile.* — Le tensioni massime F da noi osservate sono date dalla seguente tabella:

t	F	F'	t	F	F'
36.83	172,3	172,4	62,98	491,6	492,8
41,46	211,2	211,4	65.22	531,4	532,4
45,40	249,6	250.6	67,48	575,2	577,3
49,33	293,2	293,9	69,55	617,0	615,7
52,68	334,8	335,8	71,65	661,6	660,4
55,53	373,6	373.7	73,56	704,2	703,6
57,95	409,3	408,9	76,85	783,0	782,1
60,53	450,1	449,6			

I valori F' furono calcolati con la formola

$$\log F' = 4,4291497 - a\alpha^t$$

$$\log a = 0,4833884, \qquad \log \alpha = 9,9961346.$$

Abbiamo riferito per questo liquido soltanto le esperienze inferiori a 77°, benchè ne abbiamo fatte alcune al di là, perchè ci parve di riconoscere che al di sopra di quella temperatura il liquido si fosse alterato. Col metodo statico abbiamo trovato mm. 58,05 a 14°,88, siccome risultato medio di 19 osservazioni. La formola dà 57,96: concorda quindi bene con l' esperienza.

La densità a 0° del nostro acetato d' etile è 0.92266, a dire il vero, molto diversa da quella data dal Kopp che è 0,9105 e da quella data da Pierre e Puchot che è 0,903.

S' accordano invece abbastanza coi nostri i valori dati dal Mendelejeff e dal Marsson. Il Mendelejeff trovò 0,8981 a 15 e il Marsson, che asserisce d' aver operato sopra sostanza purissima, 0,9055 a 17,5.

Nella tabella seguente stanno i valori di δ osservati da noi a varie temperature:

t	δ	δ'	t	δ	δ'
0	0,9227	0,9227	42,34	0,8715	0,8715
12,41	0,9081	0,9081	50,26	0,8613	0,8614
12,80	0,9076	0,9076	51,75	0,8594	0,8595
26,24	0,8914	0,8914	60,73	0,8482	0,8480
27,72	0,8896	0,8896	61,87	0,8466	0,8465
29,37	0,8875	0,8876	73,18	0,8316	0,8316
41,13	0,8730	0,8730	73,74	0,8309	0,8309

I valori δ' furono calcolati con la formola

$$\delta' = 0,92266 - at - bt^2$$

$$\log a = 7,06495, \qquad \log c = 4,05357.$$

9. *Esperienze col formiato d'etile.* — I valori F della tensione massima da noi osservati sono indicati nella seguente tabella:

T	F	F'	T	F	F'
20,26	193,7	193,6	46,61	573,0	573,2
24,07	229,5	228,8	48,60	617,1	617,7
28,33	275,7	275,3	50,30	656,9	657,8
31,20	311,2	311,7	51,82	694,3	694,3
34,18	352,6	352,6	53,60	740,2	740,9
36,44	385,8	386,2	55,15	782,2	781,4
38,89	425,5	425,7	56,46	819,1	818,5
40,87	459,9	459,6	57,78	857,8	856,8
42,81	495,9	496,4	59,08	897,2	895,9
44,84	535,9	536,8	60,50	941,9	939,9.

I valori F' furono calcolati con la formola

$$\log F' = 5,119465 - a\alpha^t$$

$$\log a = 0,5129019\,, \qquad \log \alpha = 9,9970019\,.$$

Il formiato d'etile da noi adoperato ha a 0° la densità 0,93669, Pierre ha trovato 0,9357, Kopp 0,9447. Nella tabella seguente sono indicate le densità δ da noi osservate a varie temperature:

t	δ	'	t	δ	δ'
0	0,9367	0,9367	38,70	0,8882	0,8883
10,84	0,9238	0,9234	40,02	0,8865	0,8865
11,24	0,9233	0,9229	40,23	0,8862	0,8863
20,03	0,9122	0,9120	49,39	0,8745	0,8743
20,60	0,9113	0,9113	49,76	0,8740	0,8739
32,79	0,8959	0,8958	51,61	0,8712	0,8714
33,53	0,8949	0,8949	51,94	0,8707	0,8709
34,52	0,8936	0,8936			

I valori δ' della tabella precedente furono calcolati con la formola

$$\delta' = 0{,}9367 - at - bt^2 ,$$

$$\log a = 7{,}08376 \qquad \log b = 4{,}01176 .$$

Riserviamo ad altra occasione la discussione dei risultati e la comunicazione di altre esperienze sulle proprietà termiche dei liquidi da noi studiati



SULLE CAUSE DELLA FORMAZIONE DELLA RUGIADA;

MEMORIA DI C. CHISTONI.

Sunto.

Questo lavoro è stato pubblicato negli *Annali della Meteorologia,* stampati a Roma 1881. Comincia con la storia degli studi sulla formazione della rugiada da Aristotele a Wells, e poi dice diffusamente ed ordinatamente quelli di Wells,

dell'Harvey, del Blackader, del Fusinieri, le polemiche di quest'ultimo col Bellani e col Melloni, e poi del Zantedeschi, e le modificazioni che il Melloni propose per la teoria del Wells, e le controversie fra il Magnus e il Tyndall, e le esperienze del Cantoni; il tutto corredato delle convenienti osservazioni critiche. Dopo l'A. descrive le sue proprie esperienze, presenta molte e variate tavole numeriche, e finalmente termina il suo lungo e pregevolissimo lavoro, col seguente capitolo che qui riportiamo per intero.

Sulla formazione della rugiada.

1. Accennato così ai vari fatti che accompagnano il fenomeno della formazione della rugiada, e mostrato come la maggiore o minore sua deposizione su di un corpo dipende oltre che da cause generali, anche da cause speciali relative alla collocazione del corpo stesso, credo risulti evidente che non è facile dare una teoria assoluta della formazione della rugiada, ma che dobbiamo accontentarci di riassumere le cause che hanno influenza sulla sua formazione, avvertendo in pari tempo che essa può avere luogo anche quando non avvengano simultaneamente tutte queste cause, e che anzi talvolta ha luogo anche col solo verificarsi di una di esse.

2. Ed innanzitutto io credo che la causa più potente della formazione della rugiada sia la copiosa emissione di vapore acqueo del terreno sovrascaldato di giorno dai raggi solari, e che si conserva durante la notte anche nelle parti più superficiali ad una temperatura maggiore di parecchi gradi di quella dell'aria sovrastante.

Aggiungasi a ciò l'emissione di vapore acqueo dalle foglie delle piante prima che su di esse si deponga la rugiada, e si comprenderà facilmente quanta influenza possa avere sulla quantità di rugiada tutta questa massa di vapore acqueo che va aggiungendosi a quello che esisteva nell'atmosfera prima del cadere del sole.

Comprendesi quindi facilmente come l'aria debba poche ore dopo il cadere del sole trovarsi a quello stato che dicesi

di umidità massima e come quindi debba il vapore acqueo depositarsi sui corpi che per una causa qualsiasi abbiano la temperatura di anche un centesimo di grado inferiore a quella dell'aria ambiente.

3. L'inversione della temperatura negli strati successivi dell'aria vicina a terra influisce pure moltissimo alla deposizione della rugiada, e specialmente alla sua formazione prima sui corpi vicini a terra ed al suo successivo innalzamento.

E difatti essendo l'umidità relativa dell'aria funzione anche della temperatura di questa, ne avverrà che il primo strato d'aria, come più freddo, sarà anche il primo a raggiungere l'umidità massima. E così pure nel secondo strato e pel diminuire della sua temperatura e per l'aggiungersi di nuovo vapore acqueo che gli è trasmesso dal primo strato di aria, ne avverrà che dopo breve tempo si troverà anch'esso ad umidità massima e quindi facilitata in essa la deposizione della rugiada. Ripetasi lo stesso ragionamento pei successivi strati e si troverà così facile spiegazione del successivo innalzarsi della rugiada durante la notte.

4. Altra causa della deposizione della rugiada sui vegetali e su quasi tutti i corpi è il loro abbassamento di temperatura di qualche grado al disotto di quella dell'aria circostante in causa della radiazione verso gli spazi celesti quando il cielo sia sereno e l'aria tranquilla. Questo abbassamento di temperatura fa sì che su questi corpi abbia a formarsi la rugiada ancora prima che l'aria sia giunta al suo massimo di umidità.

5. Altra causa poi è quella per la prima volta accennata dal Della Casa, e che da lui venne detta *epipolica*, vale a dire che la diversa costituzione fisica o chimica dei corpi fa sì che la rugiada si deponga prima e più abbondantemente su questo che su quel corpo.

6. Quanto all'influenza dell'elettricità sostenuta dallo Zantedeschi, fino ad ora mi pare che non possa ammettersi, perocchè dalle mie esperienze apparirebbe trascurabile, se non nulla. Altre esperienze che l'affermino io non conosco.

7. Ma, come diceva, per la formazione della rugiada non

occorre che si verifichino insieme tutte le circostanze suddette, perocchè, per esempio, basta l'emissione del vapore acqueo dal terreno e l'inversione della temperatura per determinare la formazione della rugiada, come puossi facilmente verificare sulla più bassa erba di un prato nelle notti che si mantengono costantemente nuvolose, e nelle quali quindi non ha luogo la radiazione.

E come vedemmo talvolta, benchè di rado, per la formazione della rugiada basterebbe la radiazione notturna, anche se nell'atmosfera si mantenesse quella quantità di vapore acqueo che v'era prima del tramonto del sole, come prova la deposizione di rugiada sulle pareti interne di un matraccio stato esposto al sole durante la giornata, e chiuso ermeticamente con tappo di gomma qualche minuto prima del cadere del sole. Ed alla radiazione devesi la deposizione di rugiada relativamente maggiore sui corpi esili che sui corpi di grosso volume, poichè per questi ultimi il raffreddamento per radiazione viene contrastato dal calore interno accumulato durante la giornata. Come pure trova ragione in questo l'asserzione del Bellani che anche un arido macigno possa talvolta coprirsi di rugiada.

8. La costituzione speciale fisica o chimica del corpo non credo possa da sola indipendentemente da tutte le altre cause determinare la deposizione della rugiada, ma che contribuisca assai sulla sua quantità. A questa mia asserzione però farebbero eccezione i corpi cosidetti *disseccanti.*

Osserverò da ultimo che la teoria dell'*azione* e *reazione* del Melloni non sarebbe spiegabile sopra ad un terreno privo d'erba, e che è troppo gratuita l'asserzione del Tyndall che la rugiada sia causata soltanto dal vapore acqueo che sta nell'atmosfera al cadere del sole.

9. Credo infine che non parrà strano che in questo lavoro non abbia detto parola sulla *brina;* imperocchè anzitutto per le mie speciali circostanze non ho potuto fare le dovute osservazioni e le richieste esperienze durante la produzione della brina, ed in secondo luogo, perchè, appunto da poche osservazioni, che potei fare sulla produzione della brina non

parmi totalmente ammissibile, come ritengono molti, che la brina altro non sia che rugiada gelata.

Nella produzione della brina v'è un fenomeno di cristallizzazione e quasi certamente anche un secondo fenomeno di speciale orientazione delle molecole, perocchè mi sono accertato che gli aghi di brina che si formano sui rami degli alberi sono in generale rivolti verso una medesima parte.

Laonde è da ritenersi che, seppure v'ha una relazione tra la rugiada e la brina, questa relazione non sia poi tanto semplice, come generalmente si crede.

Chiuderò poi questo lavoro avvertendo che non credo avere io detto l'ultima parola sulla spiegazione del fenomeno della rugiada. Formando il riassunto dei lavori stati pubblicati fino ad oggi su questo argomento, non ho altro avuto di mira che di togliere la noia di rileggere tutti questi lavori a chi volesse riprendere un serio studio per la formazione della rugiada, per la qual cosa fui forse un po' più prolisso di quello che occorreva.

Citando le mie poche esperienze, ed esponendo il mio modo di vedere su questo argomento, pensai solo a mettere in evidenza che la spiegazione del fenomeno della rugiada non è poi così semplice come generalmente si ammette, e riterrò abbastanza compensata la mia fatica, se con questa pubblicazione sarò arrivato ad invogliare qualcuno più capace di me a riprendere seriamente questo studio.



INTORNO ALLA TEORIA DELL'ELETTROFORO; NOTA DI G. GOVI.

(*R. Accademia dei Lincei.* 6 Marzo 1881).

L'*Elettroforo* uscito dalle ricerche successive del Wilcke (1) del Cigna (2) del Beccaria (3) del Volta (4), fra il 1762 e il 1775, esercitò la sagacità di moltissimi fisici, ognuno dei quali tentò di spiegarne le proprietà singolari. L'Ingenhousz, il Wilcke, l'Henley, il Kraft, l'Achard, l'Hemmer, il Lichtenberg, il Weber, il Buff, il Riess, il Bezold e molti altri idearono teoriche e sperienze per giungere alla piena spiegazione dell'elettroforo, ma non sono ancora d'accordo fra loro i fisici su tale proposito.

Fin dal 1866 (5) io aveva fatto conoscere all'Accademia delle Scienze di Torino certe mie idee sulla teoria dell'elettroforo, corroborate con diverse esperienze; nel 1869 (6) tornai sullo stesso argomento, mostrando a'miei colleghi un *elettroforo ad aria,* e promettendo di compierne in breve e di pubblicarne la teoria, come io l'aveva concepita e come gli esperimenti mi parevano confermarla. Ma, da allora in poi, distratto in molte altre occupazioni, non potei dar se-

(1) Wilcke (Johann Karl), *Ytterligare rön och försöck om contraria electriciteterna vid laddningen och dertill hörande delar* (Vetensk. Akad. Handl. 1762). Pel Wilcke vedi anche: *Collection Académique.* T. XI, pag. 187.

(2) Cigna (Gio. Franc.), *De novis quibusdam experimentis electricis.* (Miscell. Soc. Taurinensis. T. III, 1762-65 pag. 31).

(3) Beccaria (G. Batt.), *Experimenta et observationes quibus electricitas vindex late constituitur atque explicatur.* Aug. Taurin. 1769 in 4.°

(4) Volta (Alessandro), *Lettere diverse sull'elettroforo perpetuo.* (Scelta di opuscoli interessanti, Milano 1775, 1776).

(5) *Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino.* Vol. II, pag. 30. (Seduta del 16 Dicembre 1866).

(6) Id. Vol. IV, pag. 573. (Seduta dell'11 Aprile 1869).

guito alla promessa fatta, quantunque non l'avessi dimenticata, e quantunque di tempo in tempo ricominciassi ad occuparmene.

Ora che son trascorsi più di 15 anni da quel tempo, senza che io abbia avuto agio di compiere il lavoro incominciato, credo cosa non inutile il pubblicare le mie idee e le sperienze fatte in proposito, affinchè altri possa valersene, sia per confermarle, sia per combatterle. Si tratta d'uno studio già vecchio nel quale potranno riscontrarsi per avventura opinioni o sperienze emesse in questo frattempo da altri, ma avendole io espresse allora pubblicamente dinanzi ai miei colleghi dell'Accademia di Torino, avendole ripetute per più anni di seguito nella scuola, avendole variate nel mio laboratorio coll'assistenza del sig. Carlo Perosino (ora professore di Fisica a Mondovì) e di altri, credo di poterle considerare come mie, in questo senso almeno, da non poter essere tacciato di *plagio* da chi le avesse manifestate dopo di me. Non recherò qui tutti i particolari delle mie vecchie ricerche, ne dirò solo il punto di partenza e le conseguenze, esponendo le principali esperienze fatte, e il significato che mi è parso di poter loro attribuire.

Fu lo studio delle figure del Lichtenberg che mi diede l'idea d'una teoria dell'elettroforo alquanto diversa da quelle che si leggono nei trattati di fisica. In quelle figure si ha sempre, infatti, uno strato elettro-positivo, o negativo, là dove la superficie coibente venne direttamente elettrizzata, poi una zona neutra, e in seguito una larga zona in uno stato elettrico opposto a quello del primo strato. Ora considerando la superficie coibente sulla quale si producono le figure del Lichtenberg, come la sezione di un cilindro della stessa materia, elettrizzato secondo il suo asse in un modo o in un altro, mi parve che il vetro d'una bottiglia di Leyden, o quello d'un quadro magico, e quindi la stiacciata d'un elettroforo (considerati nella loro grossezza) potessero essere assimilati a un tale cilindro.

Poste codeste premesse, ecco il seguito del mio raziocinio e le prove che ne ho cercate e prodotte. Quando si eccita

una delle due faccie di un disco dielettrico, (*stiacciata* dell'elettroforo), la faccia eccitata agisce come corpo elettrizzato sulla faccia opposta, attraverso alla grossezza del dielettrico stesso, il quale tien luogo, tra queste due faccie, dello strato d'aria interposto fra i due dischi metallici nel così detto condensatore di Æpinus. Trascurando nell'analisi di un tale fenomeno le differenze di *Capacità induttiva specifica* delle diverse materie dielettriche solide adoperate, si può dire in generale, che eccitato, per esempio, un disco di gomma-lacca su una faccia e messa questa faccia in istato negativo, la faccia opposta dovrà pure manifestarsi fortemente negativa, mentre la materia interna del disco, presso la seconda faccia e verso la prima, diverrà elettro-positiva. Le due cariche, quella della faccia sfregata e la positiva interna tenderanno a combinarsi attraverso alla materia coibente interposta, come le cariche delle due armature tendono a combinarsi attraverso al vetro di una boccia di Leyden. La carica negativa indotta della faccia non eccitata determinerà per induzione attraverso all'aria una carica positiva nei corpi circostanti e una negativa nella terra. In tale stato di cose, la presenza della elettricità omonima sulla seconda faccia impedisce l'accrescimento di carica sulla prima, come il tenere isolata la boccia di Leyden impedisce di caricarla. Ma se si mette la *stiacciata* sul *piatto* comunicante col suolo, la carica negativa indotta della seconda faccia si sperde (come suol dirsi per brevità di linguaggio) nella terra, e la carica negativa della prima faccia, non più respinta da quella indotta sulla seconda, s'impiega tutta a indurre e a trattenere nell'interno del coibente lo stato elettrico di nome contrario. L'eccitamento ripetuto accresce quindi sempre più, da allora in poi, le due cariche nella *stiacciata*, come si accrescono le cariche in una bottiglia la cui armatura esterna comunichi col suolo. Terminata la carica della *stiacciata*, si trova a zero il *piatto* perchè comunicante colla terra e sulla faccia eccitata del coibente si riscontra un leggero eccesso di carica (nel caso presente, *negativa*), come si ha una tensione positiva sul bottone della boccia di Leyden caricata nel modo ordinario,

mentre la sua armatura esterna non manifesta tensione. Ecco perchè, se si depone lo scudo sulla stiacciata facendolo combaciare perfettamente con essa, e subito dopo lo si solleva per esplorarne lo stato elettrico, lo si trova sensibilmente negativo (1). Però questa carica è piccolissima e fuor d'ogni rapporto con quelle contrarie che si svilupperanno poi, mettendo lo *scudo* in comunicazione col suolo. In tale stato di cose la *stiacciata* può paragonarsi ad un quadro magico carico o coperto di due strati di materia coibente. Soltanto le faccie cariche non sono qui rappresentate da due lamine di metallo, ma dalla sostanza stessa del dielettrico, messo nei due stati opposti per un certo tratto della sua grossezza, colla interposizione d'uno strato neutro resistente (che fa le veci del vetro del quadro Frankliniano) e colla sovrapposizione di due strati sottilissimi, neutri, o di minima carica e però quasi allo stato neutro ancor essi.

(1) Se invece di applicare sulla stiacciata eccitata d'un elettroforo il solito scudo a secco, si veste la faccia inferiore di quest'ultimo con un disco di carta da filtri bagnata, e le si fa toccar perfettamente la stiacciata, lo scudo si trova assai più facilmente e costantemente carico della elettricità destata sulla stiacciata stessa. Nè per questo cessa il fenomeno elettroforico, perchè basta scaricare, o no, lo scudo, rimetterlo nello stesso posto, toccarlo e riazzarlo, per trovarlo fortemente carico di elettricità contraria a quella di prima. Se non si carica quasi mai lo scudo messo a secco sulla stiacciata, o se si carica in senso opposto a quello della stiacciata stessa, ciò avviene per esser pochissimi i punti di sufficiente contatto fra le due superficie affacciate, sia per la irregolarità della stiacciata, sia per l'aria che s'interpone fra essa e lo scudo. L'aria esterna e il pulviscolo, agendo come scaricatori, possono in tal caso far sorgere nello scudo una vera carica elettroforica. La carta bagnata (non soltanto umida) stabilisce invece una comunicazione perfetta fra stiacciata e scudo e però favorisce il trapasso diretto del moto elettrico da quella a questo.

Per ottener lo stesso effetto in altro modo, e senza ricorrere alla umidità, basta prendere uno scudo di rame o di zinco o d'un altro metallo che possa essere amalgamato, e amalgamarne fortemente la faccia destinata a toccar la stiacciata. Codesta faccia si copre allora d'uno strato pastoso e in parte liquido d'amalgama e di mercurio, sicchè messa a contatto colla stiacciata elettrizzata, e premutavela, sopra leggermente mantenendola isolata, si può quindi ritrarre lo scudo nello stesso stato elettrico della stiacciata, mentre, se invece di tenerlo isolato, si tocca prima di riazzarlo, si trova elettrico in modo opposto a quello della stiacciata, come nelle cariche ordinarie dell'elettroforo.

Ora, se sovra le due armature di un quadro magico caricato si pongono due lastre di vetro, e sopra queste, due dischi di metallo; quando si stabilisca una buona comunicazione fra i due dischi, accadrà come se si accostassero a breve distanza dal bottone e dall' armatura esterna d' una boccia di Leyden i due capi d' uno scaricatore, sui quali due capi si mostrerebbero due tensioni elettriche opposte. I due dischi i quali agiscono qui come i due capi dello scaricatore, si elettrizzeranno quindi oppostamente alla faccia del quadro a cui ciascuno di essi è più prossimo, e se la tensione fosse grandissima, il quadro potrebbe allora scaricarsi attraverso alle due lastre isolatrici traforandole. Nel caso dell' elettroforo, la perforazione non accade perchè le tensioni vi son deboli e la resistenza grande.

Adoperando il quadro Frakliniano nel modo indicato, su ciascun disco di metallo rimane una carica trattenutavi da quella del quadro, che non può combinarvisi per la interposizione del vetro. Staccando perciò con manichi isolanti i due dischi, questi si mostrano elettrici, ognuno oppostamente all' altro, e scaricati, e rimessi sul quadro, si possono ricaricare indefinitamente allo stesso modo, perchè la loro carica, dovuta alla induzione, non altera quella del quadro che può rimanere per lungo tempo invariata.

Così, e non altrimenti, si carica. e si scarica lo *scudo* dell' elettroforo; e se si tiene isolato il suo *piatto*, si ha la più perfetta somiglianza fra i due fenomeni, poichè dopo ogni comunicazione dello *scudo* col *piatto*, staccandoli tutti e due dalla stiacciata, si trovano carichi di elettricità opposte, lo *scudo* (nel caso supposto) di elettricità positiva, il *piatto* di negativa, come avrebbero fatto i dischi metallici posti sul quadro magico isolato nella sperienza precedente. Quando invece il *piatto* comunica permanentemente col suolo, si ha la sola elettricità positiva sullo *scudo*.

Posto dunque che l' elettroforo agisca in questa guisa, si deve poterlo imitare sostituendo l' aria al dielettrico solido, e si ottiene infatti un perfetto elettroforo coll' artificio seguente. Si faccian quattro dischi metallici, due muniti di ma-

nichi isolatori e destinati a figurare il *piatto* e lo *scudo*, gli altri due separati fra loro e dai primi mediante piccoli cilindretti di materia isolante di qualche millimetro d'altezza, in modo che fra i quattro dischi sovrapposti stiano tre strati d'aria d'eguale o di diversa grossezza, sempre però non troppo grande. Fissato su un piede il manico del *piatto* e sovrapposti ad esso i due dischi senza manico che rappresentano due strati della *stiacciata*, questi si carichino di elettricità opposte, come se fossero le due armature di un quadro e, terminata la carica, si sovrapponga al disco superiore lo scudo. Operando allora su questo strumento come si opererebbe sull'elettroforo ordinario se ne potranno trarre scintille o cariche elettriche per lunghissimo tempo, quantunque sempre per un tempo minore di quello durante il quale l'elettroforo a dielettrico solido continuerebbe ad agire, perchè l'aria essendo mobilissima e tenendo in sospensione acqua in goccioline e pulviscoli, scarica assai più presto, l'un sull'altro, i due dischi di questo elettroforo di quello che non possono scaricarsi attraverso al dielettrico li strati interni solidi dell'elettroforo comune.

Il vetro di una boccia di Leyden o quello d'un quadro Frankliniano, dopo la scarica, costituisce colle armature un vero elettroforo, come fu avvertito dal Wilcke sin dal 1762, e ripetuto poi da tanti altri fisici, perchè le due forti cariche date da principio all'uno, o all'altro di questi condensatori alterano l'assetto molecolare del loro coibente in modo, da lasciarlo per una certa profondità in uno stato elettrico identico a quello dell'armatura corrispondente a ciascuna delle sue faccie. Il vetro in tal caso trovasi quindi, dopo la scarica come se fosse stato sfregato o altrimenti eccitato, e somiglia interamente alla stiacciata dell'elettroforo comune.

Che poi lo stato elettrico sia tale, nell'interno del coibente elettroforico, quale si è supposto nell'analisi precedente ho cercato di provarlo in più modi, componendo cioè il dielettrico d'un piccolo elettroforo con strati sottili sovrapposti di gutta-percha che cercava di separare e di studiare dopo la carica, o facendo piuttosto grosso il dielettrico (dischi di ce-

ralacca nera, di pece, di paraffina ecc.), caricandolo elettroforicamente, spezzando dopo la carica, e soffiando contro le sezioni la polvere mista di minio e zolfo adoprata dal Lichtenberg ecc.; ma se, in quest'ultimo caso, ho potuto ottenere indizi abbastanza spiccati della distribuzione elettrica negli strati interni, somigliante in tutto alla distribuzione supposta non ebbi nel primo modo se non risultati incerti e confusi, perchè il distacco delle falde coibenti le une dalle altre determina in esse movimenti elettrici nuovi e affatto diversi da quelli che vi si trovavano prima del distacco, i quali perciò rimangono distrutti, alterati, o invertiti.



SULLA CARICA DEI COIBENTI, SULLA TEORIA DELL'ELETTROFORO E SULLA SUA ANALOGIA COI CONDENSATORI; NOTA DI E. VILLARI.

(*R. Accademia dei Lincei.* 3 Aprile 1881).

I fisici non sono punto d'accordo sulla teoria dell'elettroforo; giacchè alcuni ammettono che la schiacciata resinosa sia solo carica negativamente sulla faccia strofinata: altri credono invece che la resina sia negativa sulla faccia strofinata e positiva sull'opppsta, e finalmente il Riess ritiene che le due facce della resina strofinata sieno negative e che fra di esse trovisi uno strato positivo intermedio.

La difficoltà di risolvere la quistione è dovuta alla mancanza dei metodi opportuni per determinare esattamente lo stato elettrico di una lastra coibente. In generale esse, quando sono elettrizzate, hanno sulle due facce cariche opposte di diversa intensità; le quali il più delle volte si perturbano così da dare agli istrumenti indicazioni incerte e discordi. Per indagare adunque con sicurezza lo stato elettrico di una faccia d'un coibente, è indispensabile di annullare o di indebolire il più che è possibile l'azione perturbatrice della carica della faccia opposta a quella che si vuole esaminare. Nel quale intento io sono riuscito con un metodo semplicissimo, che parmi sicuro, e si pratica nel modo seguente:

Si appoggi e si comprima fortemente sopra una tavola ad un disco metallico (che può essere lo scudo dello elettroforo) comunicante col suolo, una delle facce della lastra coibente da esaminare. La carica di detta faccia risveglierà carica opposta nel conduttore e rimarrà dissimulata. L'elettricità della faccia libera agirà quindi da solo senza perturbazione e facilmente mostrerà la sua vera natura; che potrà riconoscersi con ogni sicurezza adoperando uno dei modi seguenti:

1° Il miscuglio del Lichtenberg.

2° L'elettroscopio a pile secche; al quale si avvicina la faccia libera del coibente, l'altra essendo dissimulata col disco metallico suddetto.

3° Può adoperarsi lo scudo dell'elettroforo nelle due maniere che seguono:

a) S'appoggi lo scudo sulla faccia libera della ebanite per es., l'altra faccia essendo dissimulata; lo scudo allora acquisterà per influenza sulla sua faccia superiore e libera carica analoga a quella della ebanite su cui è appoggiato. E tale carica si osserva facilmente col piano di prova o col miscuglio Lichtenberg; però essa è generalmente poco energica(1).

b) Ovvero quando lo scudo è appoggiato sulla faccia libera dell'ebanite; l'altra essendo dissimulata alla solita maniera, si mette detto scudo in comunicazione col suolo quindi s'isoli e si sollevi, ed esso porterà carica opposta a quella della faccia su cui era appoggiato.

Tutti questi modi furono da me seguiti nell'esaminare gli stati elettrici di diverse lastre coibenti o più specialmente di ebanite e dopo svariate prove molte volte ripetute ho creduto di poter concludere:

Che quando si batte con pelle di gatto una lastra di ebanite o di resina, questa si carica di elettricità negativa sulla faccia battuta e contemporaneamente di elettricità positiva sulla faccia non battuta;

Che in generale la carica negativa è preponderante e perciò (se non viene dissimulata nel modo indicato) *essa,*

(1) Per alcuni casi speciali riscontrasi la Memoria.

da sola, *si manifesta il più delle volte, e dà luogo alle incertezze ed errori notati dai vari fisici.*

Ciò posto la teoria dell'elettroforo è semplicissima. La schiacciata ha cariche opposte sulle sue due facce; ciascuna separatamente opera per influenza sullo scudo e sulla forma e, vi accumula e condensa cariche opposte a quelle di ciascuna delle facce istesse. Lo scudo e la forma devono inoltre comunicar col suolo per ragioni esposte ampiamente nella mia Memoria.

Se si carica un quadro di vetro ad armature mobili, le facce del vetro mostrano cariche omologhe a quelle delle rispettive armature. E se si carica un quadro formato con più lastre di vetro (io ne ho adoperato fino a 5 ben verniciate), esse hanno cariche positive sulle facce volte alla armatura positiva, e cariche negative sulle facce rivolte all'armatura negativa (1).

Analogo risultato si ottiene operando con un quadro di due sole lastre messe a contatto od a piccola distanza fra loro. Le facce delle lastre che si guardano hanno cariche opposte fra loro e tali che deve ritenersi, che nel momento della carica del quadro si produce, nello spazio compreso fra le lastre, una corrente, che va nella direzione dell'armatura positiva alla negativa. Corrente che produrrebbe la prima fase della nota pioggia di fuoco. Dopo la scarica, sulle due facce interne delle lastre di vetro si rilevano col miscuglio del Lichtenberg, segni non dubbi di una seconda corrente avvenuta in senso opposta alla precedente, e che costituirebbe la seconda fase della stessa pioggia di fuoco. Cosicchè può quasi dirsi che il circuito durante la carica e la scarica del condensatore rimane come completato attraverso di esso.

Un quadro di Franklin ad armature mobili, caricato e quindi scaricato o no può egregiamente funzionare da elettroforo per le cariche penetrate nel coibente. E passando ora

(1) Dopo la scarica del quadro le cariche dei vetri sono più complesse pe' residui più o meno energici: ed io credo che questa questione sia degna d'ulteriori ricerche.

ai condensatori dirò che se si carica un quadro ad armature mobili, se ne allontani una, e quindi, dopo averle riunite al galvanometro, s' avvicini la prima rapidamente al coibente, il galvanometro devierà fortemente per la elettricità indotta nelle armature (scarica elettroforica) e per l' elettricità comunicata alle medesime dal coibente (scarica di condensatore). Per gli spostamenti successivi della stessa lastra le deviazioni galvanometriche sono assai più deboli, perchè dovute alle sole scariche indotte od elettroforiche.

Del pari, se si batte vigorosamente una schiacciata da elettroforo, così da caricarla ad esuberanza, quindi si riuniscono al galvanometro la forma e lo scudo, e poi questo rapidamente si accosti e soprammetta alla resina, il galvanometro devierà fortemente per la scarica indotta od elettroforica e per quella dovuta alla comunicazione dell' eccesso dell' elettricità della resina (scarica di condensatore). Gli spostamenti successivi poi dello scudo producono deviazioni galvanometriche relativamente piccole, imperocchè son solo dovute alle scariche elettroforiche, ossia di induzione. L' analogia dunque fra lo elettroforo ed il condensatore parmi assai manifesta, giacchè possono in alcuni casi agire in modo pressochè identico.

RIVISTA

Comptes Rendus. 1881.

2 Maggio. — G. LIPPMANN. *Sopra il principio della conservazione della elettricità, ossia il secondo principio della teoria dei fenomeni elettrici.* — In qualunque fenomeno di sviluppo di elettricità la esperienza ci dice che *la somma algebrica di tutte le variazioni simultanee della carica è sempre uguale a zero;* ed è questa legge ciò che l' Autore chiama

il principio della conservazione della elettricità, e sul quale ha presentato all'Accademia una memoria, di cui i *Comptes Rendus* contengono un brevissimo sunto.

Se x ed y sono due variabili indipendenti qualunque, dalle quali dipende la carica di un corpo e se dm è l'aumento di carica relativo agli aumenti dx e dy, si avrà

$$dm = P\,dx + Q\,dy\ ,$$

P e Q essendo funzioni di x e di y. Dividiamo un sistema qualunque in due parti, A e B, e siano a e b le variazioni di carica simultanee di quelle due parti. Si dovrà avere $a + b = 0$. Se A percorre un ciclo chiuso, ove lo stato finale è identico all'iniziale, si avrà

$$\int dm = 0\ ,$$

e quindi dovrà aversi

$$(\alpha) \qquad \frac{dP}{dy} = \frac{dQ}{dx}\ ,$$

la quale equazione è dunque la espressione di quel principio.

Il principio della conservazione della energia si esprime ugualmente con una condizione d'integrabilità, e così si hanno due distinte equazioni da applicarsi per la teoria dei fenomeni. L'A. promette di presentare all'Accademia alcune di tali applicazioni.

9 Maggio. — L. CAILLETET e P. HAUTEFEUILLE. *Sulle densità dell'ossigeno, dell'idrogeno e dell'azoto allo stato liquido, in presenza di un liquido senza azion chimica sopra di essi.* — Diciamo prima di una nota degli stessi Autori, in data del 4 Aprile e che dimenticammo. Gli Autori colorarono l'acido carbonico con l'olio azzurro di galbano, sostanza colorante non gassosa, e che così fa distinguere nel tubo della nota esperienza l'acido carbonico liquido dalla parte gassosa. Con questo artificio si è potuto verificare che le strie ondulate, scoperte dall'Andrews nell'acido liquido, disciolgono quell'olio azzurro, e che perciò sono strisce di

acido carbonico liquido. Comprimendo un miscuglio, già in parte liquefatto, di un gas e di un vapore, ad un certo limite di pressione scompare la superficie di separazione fra la parte liquida e la gassosa; ma rimane incerto se vi fu liquefazione o vaporizzazione totale. Ora gli Autori hanno operato sul miscuglio a 15° di cinque volumi di acido carbonico con uno di aria; e allo sparire della superficie di separazione l'olio azzurro discese alla superficie del mercurio, indicando così lo stato gassoso di tutto il miscuglio. Questo fatto prova che la materia non passa per gradi insensibili dallo stato liquido al gassoso.

Nella nota del 9 Maggio, sono date le determinazioni delle densità, operando sopra *liquidi misti*, ad esempio di acido carbonico e di ossigeno, stabile a 0°, alla pressione di 200 atmosfere, ed in proporzioni determinate. Tali densità furon dedotte dai volumi apparenti occupati dai liquidi in tubi di cristallo a grosse pareti, e di volumi conosciuti. Fu operato ancora col liquido misto di acido carbonico e di azoto, e con quello di acido carbonico e di idrogeno. L'acido carbonico liquefatto aumenta circa un quinto di volume, quando tiene disciolta una piccola parte, 4 millesimi in peso, di idrogeno; e ciò modifica altresì il punto critico dell'acido. Dalle tavole numeriche degli Autori si ha che a 0°, ed alla pressione di 300 atmosfere la densità dell'ossigeno sciolto nell'acido liquido è 0,70, quella dell'azoto 0,38, e quella dell'idrogeno 0,033.

E. REYNIER. *Sopra l'utile (le rendement) delle pile secondarie.* — In queste pile vi è un lavoro T_0 speso per caricar la pila con una sorgente esterna di elettricità, e un lavoro T utilizzabile scaricandola. L'utile è il rapporto *(le rendement)* del primo al secondo di quei due lavori; e l'A. dimostra che è espresso dal rapporto fra la differenza E_1 di potenziale alle due estremità del circuito la di cui resistenza è a superarsi, e la forza elettromotrice E_0 iniziale della sorgente di elettricità; ma è indipendente dai tempi di scarica e carica. Si arriva a questo resultato facilmente osservando che la quantità totale Q di elettricità è la stessa in ambi i casi, e che si de-

ve avere $T = QE_1$ e $T_0 = QE_0$; ma il metodo seguito dall'A. ha fra gli altri vantaggi quello di dare i valori relativi di quei tempi.

M. CLÉMANDOT. *Azione della luce sui corpi fosforescenti.* — Questi corpi sotto l'azione dei raggi azzurri *vibrano,* ossia divengono luminosi, ma senza soffrire alcuna alterazione chimica; ai raggi rossi, verdi e gialli, manca quell'azione. Secondo l'A. il Young di Ginevra ha verificato una analogia fra i corpi fosforescenti ed i corpi organizzati, perchè ha trovato che i porci ingrassano più rapidamente sotto l'azione della luce azzurra, che sotto luce di altro colore.

Ma datano già da più di trent'anni le classiche ricerche di E. Becquerel sui corpi fosforescenti, e delle quali il Clémandot non sembra aver conoscenza.

G. NOEL. *Azione della luce sul bromuro d'argento.* — Fu operato con lastre di fotografia al collodione con bromuro d'argento, esposte nella camera oscura. Il resultato principale fu che il bromuro di argento conserva tanto più la modificazione molecolare impressagli dallo spettro chimico, quanto più è grande la sua sensibilità; e che quando, col tempo, quella modificazione scompare, esso ricupera la sua sensibilità iniziale.

16 Maggio. — G. LIPPMANN. *Sul principio della conservazione della elettricità.* — L'A. applica alla seguente esperienza del Boltzmann la teoria ch' egli espose nei *Comptes Rendus* del 2 Maggio 1881 e di cui abbiamo più sopra un sunto. Entro la campana pneumatica, ove è un gas, stanno due dischi metallici A e T; A è isolato e T in comunicazione col suolo. Si pone A in comunicazione col polo di una pila che ha l'altro polo in comunicazione col suolo, e, dopo, A è di nuovo isolato. Aumentando la pressione del gas la quantità di elettricità libera in A diminuisce, come se la distanza fra A e T diminuisse. Dunque il potere dielettrico D variabile a seconda del gas, aumenta con la pressione p. Per uno stesso gas D è proporzionale alla pressione.

Se x è il potenziale di A, avremo $dm = c\,dx + h\,dp$. dm è la quantità di cui aumenta la elettricità in A, corri-

spondentemente agli aumenti dx e dp. c è la capacità di quell'apparecchio, condensatore, quando il gas è alla pressione p. h è un coefficiente positivo. Dall' equazione (α), qui più sopra indicata nel sunto anzidetto, si ha

$$\frac{dc}{dp} = \frac{dh}{dx}.$$

Spostando di una quantità infinitamente piccola lo stantufo della macchina pneumatica, il volume v del gas varia di dv. Ponendo $dE = p\,dv + x\,dm$, dE è la differenziale della energia; e la conservazione della energia richiede che dE sia una differenziale esatta. Ponendo $dv = a\,dx + b\,dp$ (a essendo un coefficiente sul quale non facciamo ipotesi), si ha

$$\frac{da}{dp} = \frac{db}{dx}.$$

Ponendo nella espressione di dE a dv il suo valore, risulta

$$dE = (ap - cx)\,dx + (bp - hx)\,dp,$$

e, se dE è una differenziale esatta

$$\frac{d\,(ap - cx)}{dp} = \frac{d\,(bp - hx)}{dx},$$

il che, secondo le precedenti formule, conduce ad

$$a = x\left(\frac{dc}{dp} - \frac{dh}{dx}\right) - h,$$

ossia $a = h$. Dice la esperienza che h è positiva, onde a, che è la derivata di v relativamente ad x, è diversa da zero e negativa; dunque se p restando costante si aumenta la elettricità in A, il gas si *contrae*. La contrazione elettrica dei gas fu di recente scoperta dal distinto fisico Quincke di Heidelberg.

Secondo il Boltzmann si ha

$$D = 1 + \gamma p = n^2,$$

ove γ è una costante specifica, ed n l'indice di refrazione del

gas. Ciò posto le formule precedenti danno $\Delta v = -I_2 \gamma c_0 x^2$, essendo Δv la contrazione elettrica e c_0 la capacità del condensatore nel vuoto. Siccome si ha

$$\gamma = \frac{n^2 - 1}{p},$$

γ, *coefficiente di contrazione elettrica del gas*, secondo il Boltzmann è uguale alla potenza di refrazione per la luce.

Questo è ciò che è nella nota dei *Comptes Rendus;* ma l'A. annunzia che nella sua Memoria sono altre applicazioni della sua teoria, dalle quali dedusse: 1.° il potere dielettrico del vetro aumenta con la trazione meccanica; 2.° che i cristalli emiedrici non sovrapponibili mutan di forma sotto la influenza elettrica, e che la deformazione è in senso opposto a quella che tendono a produrre le attrazioni elettriche; 3.° che un cristallo piroelettrico si riscalda o si raffredda quando gli si avvicina un corpo elettrizzato, a seconda che questo corpo è positivo oppure negativo. Ciò conduce ad una generalizzazione della legge di Lenz per la induzione, il fenomeno *inverso* essendo sempre in tal senso da opporsi alla produzione del fenomeno primitivo.

M. DEPREZ. *Sopra un modo grafico di rappresentare i fenomeni nelle macchine dinamoelettriche.* — Tal modo grafico consiste nella costruzione di una curva per mezzo dei dati di alcune esperienze, e tale che con essa si può conoscere facilmente il valore della corrente della macchina dinamoelettrica, in tutte le condizioni possibili di velocità dell'anello, e di resistenza esterna. L'A. chiama quella la *curva caratteristica della macchina.* Per costruirla si isolano gli elettromagneti dall'anello, vi si lancia la corrente di una pila, facendo ruotare l'anello con una velocità qualunque ma costante, e si misura la differenza di potenziale delle due estremità del circuito indotto, che è aperto. Variando le intensità di quella corrente ausiliaria, variano le differenze di potenziale; e prendendo queste per ascisse e quelle intensità per ordinate si costruisce quella curva. Nelle macchine simili alla Gramme quella differenza di potenziale è proporzionale alla velocità di rotazione.

Quando la macchina funziona, nel modo solito, se I è la intensità della corrente, E la differenza di potenziale fra le estremità dell'indotto quando è aperto e quando la velocità angolare ω è uguale ad uno, e se R è la resistenza totale tutto compreso, si avrà $I=\omega E:R$. Così I ed E son le coordinate di una retta che passa per l'origine; dunque conduciamo dall'origine una retta il di cui coefficiente angolare sia $\omega:R$, e l'intersezione di questa retta con la curva caratteristica avrà per ascissa la intensità cercata della corrente, e per ordinata la forza elettromotrice che genera quella corrente. L'A. dà nel seguito della sua nota alcuni cenni sull'utilità del suo metodo per risolvere questioni relative a quelle macchine.

23 Maggio. — C. DECHARME. *Barometro fondato sulla equivalenza del calore e della pressione sul volume dei gas.* — Sia V_0 il volume di un gas a 0° ed alla pressione H_0; senza variar la temperatura, ma la pressione divenendo H, si può fare che V_0 divenga V purchè $VH=V_0H_0$. Ma, stando la pressione costante, variando la temperatura si può raggiungere lo stesso intento purchè $V=V_0(1+\alpha t)$ come si sa. Si esprime che tanto nel primo che nel secondo modo si giunge allo stesso valore V, ponendo $V_0H_0:H=V_0(1+\alpha t)$, da cui $t=(H_0-H):\alpha H$. Sia $V_0=1$, e stiamo nei limiti da $-25°$ a 40°, fra i quali per l'aria la legge di Mariotte è esatta, ed $\alpha=0{,}00367$. Sia $H_0=760^{mm}$, e dalle precedenti formuline avremo $t=(V-1):0{,}00367$, e $V=760^{mm}H$.

L'apparecchio è composto da un termometro ordinario, e da un termometro ad aria destinato a misurare i volumi del gas. Si determina esperimentalmente il volume V_0, preso per unità e alla pressione normale, e poi calcolando con le formule precedenti i volumi V alle diverse pressioni H, si hanno una tavola numerica ed una curva. Se t fosse sempre 0°, per avere H basterebbe leggere V sul termometro ad aria, per aver H da quella curva. Ma variando t i volumi V' corrispondenti alle diverse pressioni sono espressi da $V'=V(1+\alpha t')$. Se $t=10°$, $V'=V.\ 1{,}0367$; e converrà in questo caso moltiplicare per 1,0367 tutti i valori di V di quella prima tavola, che è

relativa a 0. Le temperature *equivalenti* a quelle pressioni saranno date da $t = (V' - 1) : \alpha$. Così avremo un'altra curva per $t = 10^{\circ}$, e via dicendo. Tali curve si tracciano di 2 i n 2 oppure da 5 in 5°. La correzione per l'altitudine si ha tenendo in questo processo conto della pressione che gli corrisponde.

J. VIOLLE. *Sopra la legge dell'irraggiamento.* — La intensità di una radiazione semplice emessa dal platino incandescente è, secondo l'Autore, rappresentata da $I = mT^{3} (1 + \varepsilon\alpha^{-T})^{T}$ (vedi sunti del *Nuovo Cimento* 1881). Ma questa formula non conviene ai numeri di Dulong e Petit relativi all'irraggiamento del loro termometro; mentre la formula $I = ma^{t}$ non conviene ai resultati esperimentali ottenuti dal platino incandescente; e neppure è da accettarsi la $I = mT^{h}$ proposta dallo Stéphan. Ora la formula $I = mT b^{T^2} a^{T}$ soddisfa a tutto l'insieme delle misure fra 0° e 1775°. T è la temperatura assoluta, m un coefficiente costante, $b = 0{,}999938$. I valori di a vanno scelti a seconda della lunghezza d'onda. La Nota dell'A. contiene varie tavole numeriche in prova di tutto ciò.

E. MALLARD. *Sopra la teoria della polarizzazione rotatoria.* — È il sunto di una Memoria presentata dall'A. all'Accademia. Quando un raggio attraversa una pila di lamine cristalline sovrapposte, la sua vibrazione rettilinea si trasforma in elittica; e l'A. determinò le formule per questa trasformazione, dalle quali deduce le proprietà ottiche di un cristallo formato da un miscuglio di varie sostanze isomorfe, e la teoria della polarizzazione rotatoria. Ci limitiamo a questo cenno per difetto di spazio, e perchè non potremmo fare un sunto più breve di quello.

G. BELL. *Della produzione di un suono in virtù della intensità di un irraggiamento.* — È un sunto che occupa 17 pagine dei *Comp. Rend.*, di una Memoria letta nel 21 Aprile dall'A. all'Accademia Nazionale di scienze ed arti. Nel XXI volume degli *Ann. de Chim. et de Phy.* vi è la descrizione delle esperienze dell'A. insieme al Tainter sul *fotofono*. L'A. fa una interessante storia delle sue già note ricerche sulla fotofonia. Ci limiteremo ad alcuni passi di quel sunto.

I corpi che dall'azione di un irraggiamento reso intermittente, come già è noto, e come avemmo occasione a dirlo, in questi sunti, son resi più intensamente sonori, son quelli di consistenza floscia, porosa e spugnosa, e quelli di color scuro e che più assorbono l'irraggiamento; come l'ovatta, la lana, il sughero, la spugna, il platino e gli altri metalli allo stato spungioso, e il nero di fumo. Queste sostanze funzionano come spugne impregnate di aria, invece che di acqua. Ad esempio nel nero-fumo, quell'irraggiamento intermittente produce dei successivi e rapidi riscaldamenti e raffreddamenti delle molecole del nero-fumo e quindi dell'aria che è fra queste, aria che pur subisce per se stessa una simile azione calorifica. Ciò determina nell'aria esterna delle vibrazioni sonore intense, anche allora che solo un debolissimo moto vibratorio possa comunicarsi al solido su cui sta il nero-fumo, o la massa qualunque spugnosa. Ma però nei dischi sottili può essere eccitato da quell'irraggiamento un suono indipendentemente dalla causa anzidetta. Coi liquidi le esperienze sono difficili sempre, ma meno con l'etere solforico e col cloruro di rame. Col selenio, nel telefono, si può avere un suono intenso, ma conviene sia puro, perchè generalmente contiene ferro, piombo ed arsenico, che ne rendono l'azione irregolare. W. G. Adams scoprì che nel tellurio, come nel selenio, l'azione della luce varia la conducibilità elettrica; e l'A. verificò che una spirale di tellurio in comunicazione con una pila e con un telefono, e posta sotto l'azione di un raggio intermittente, dà nel telefono un suono musicale, che aumenta quando il tellurio e la pila son nel circuito induttore di un rocchetto, e il telefono è nel circuito indotto.

Si fa deporre uno strato d'argento sopra una lastra di vetro, e poi sopra quello strato si disegna una linea a zigzag, la quale divide la superficie metallica in due parti, che hanno la forma di due pettini, che si penetrino coi denti senza toccarsi; e poi vi si stende sopra uno strato di nero-fumo. Quando quel nero fumo è posto, mediante quelle due parti metalliche, nel circuito del telefono e della pila, ed è sotto l'azione della luce intermittente, il telefono rende un suono

musicale intenso. Si ha pure un suono, sostituendo al nero-fumo un metallo allo stato spugnoso, e in ogni caso il suono aumenta, se nel circuito si pone un rocchetto d'induzione; havvi di più, che in tal modo si possono riprodurre anche le parole.

Il nero-fumo dà suoni intensi anche con l'azione di una corrente intermittente, potendo così far da ricettore telefonico che riproduca la parola per mezzo della elettricità.

L'A. e il suo compagno in questi studi, il Tainter, si occuparono di alcuni modi per misurare la sonorità delle diverse sostanze.

L'A. dichiara che egli diede sempre nelle sue Memorie alla parola *luce* il suo significato generale e ordinario, e non intese mai di parlare soltanto delle radiazioni luminose; ma accetta la parola *radiofono*, proposta dal Mercadier, per un apparecchio che serva alla produzione di un suono per l'azione di una radiazione qualunque, riservando le parole *termofono, fotofono, actinofono,* pel caso delle azioni delle diverse radiazioni speciali dello spettro. L'A. e il Tainter, ripeterono le esperienze del Mercadier, di cui parlammo nei nostri sunti, arrivando però a dei resultati un poco diversi da quelli ottenuti da quel fisico. Ma essi dichiarano che queste esperienze non devono essere considerate come definitive, e che vi ritorneranno in seguito; ma frattanto pare a loro *che la natura del raggio che può far rendere un suono ad un dato corpo, è diversa a seconda la natura del corpo stesso, e che il suono è sempre dovuto a quel raggio che è assorbito da quel dato corpo medesimo.*

Si toglie allo spettroscopio l'oculare; e nel fuoco dell'obbiettivo dietro ad un diaframma opaco ove è una fenditura, si pongono le sostanze sensibili anzidette. Queste sostanze son poste in comunicazione con l'orecchio per mezzo di un tubo acustico. Così si ha uno *spettrofono.* Copriamo di nero-fumo l'interno del nostro recipiente spettrofonico, e riempiamone la cavità di perossido di azoto; ed avremo una combinazione che darà suoni sufficienti per tutte le parti dello spettro, visibili o no, salvo l'ultra violetto. Facciamo

allora passare un raggio solare intermittente attraverso ad una sostanza della quale si vuole studiare lo spettro di assorbimento, e l'esame di questo spettro ci mostrerà le *strisce (bandes)* di suono e di silenzio, queste ultime corrispondendo alle strisce di assorbimento. Per lo studio della parte oscura prima del rosso si può metter solo quel nero-fumo nel recipiente spettrofonico, perchè nell' ultra rosso i suoni sono distintissimi.

L'A. accenna alcune esperienze in proposito, fatte facendo attraversare dal raggio una soluzione d'allume, o una lamina sottile di ebanite, o una soluzione di ammonio solfato di rame.

E. MERCADIER. *Sopra la radiofonia, e un termofono riproducente la voce.* — Sono due note che hanno lo stesso titolo, presentate successivamente all' Accademia. Nella prima l'A. comincia dal ricordare i resultati sulla radiofonia, ottenuti nelle sue già pubblicate esperienze del Dicembre 1880. e nell'anno presente, e pei quali si possono vedere i sunti del Cimento. Pel termofono, l' A. fa incidere il raggio solare sopra una lamina sottile di vetro argentata, incassata in una montatura da cornetto acustico, entro la quale si può parlare. Ma per far sì che la argentatura non si guasti, e per regolarizzare i movimenti prodotti dalla voce, vi pone innanzi una lamina sottile ed elastica, di mica o di caucciu sulla quale si parla direttamente. Il raggio reflesso cade sopra una lente od uno specchio concavo, che lo concentra in un piccolo spazio, ove si pone uno di quei piccoli tubi di vetro, a lamina di mica affumicata, già descritti dall' A. e in questi sunti. Quel piccol tubo comunica con l' orecchio per mezzo di un tubo di gomma e di un cornetto acustico. Parlando dietro la lamina di vetro sottile ed argentata del *trasmissore*, si intende distintamente la parola nel *ricettore.*

Nella seconda nota l'A. fa conoscere di essere riescito a servirsi nel termofono di una luce artificiale, benissimo con la luce elettrica, mediocremente con la *ossidrica;* ma è certo di riescire con altre luci più deboli. Ponendo al trasmettitore un tubo di gomma lungo fino a 10 metri e riunito ad un tubo entro cui si può parlare, si ha il vantaggio di poter

stare a distanza dal trasmissore, il quale così può essere facilmente utilizzato.

E. DUCRETET. *Modificazione dell' interruttore di Neef pel rocchetto di Ruhmkorff.* — La lamina vibrante è allungata, e le sue estremità sono fisse su due sostegni a squadra. Nel mezzo della lamina vi è il pezzetto di ferro dolce, che deve essere attratto dal ferro del rocchetto, e che è fissato ad una vite platinata, di fronte alla asticella che serve a produrre le interruzioni della corrente nell' induttore. Una molla che si può regolare, dà al sistema la tensione conveniente.

L'A. dice che questa modificazione è molto vantaggiosa, e che si può applicare anche all'interruttore della sirena Froment.

E. GRIMAUX. *Sopra il potere rotatorio della codeina artificiale.* — La soluzione alcoolica di codeina artificiale ad un settantasettesimo, sopra una lunghezza di $0^m,22$, diede a sinistra $3^\circ,700$, il che indica un potere rotatorio molecolare di $-130^\circ,34$. Nelle stesse condizioni, si ha per la codeina naturale, a sinistra, $3^\circ,783$, e pel potere rotatorio $-133^\circ,18$. Ciò indica sufficientemente la identità delle due codeine.

30 Maggio. — E. BECQUEREL ed H. BECQUEREL. *Memoria sulla temperatura dell' aria alla superficie del suolo e della terra etc.* — È un lavoro che contiene le osservazioni di temperatura fatte al Museo di Storia Naturale nell' anno 1880, con le medie mensili, trimestrali, annuali, dedotte dalle massime e dalle minime temperature, e con tutte le opportune considerazioni. Le osservazioni furono relative all' aria libera, alla superficie del suolo, a diverse profondità sotto il suolo ora nudo, ora erboso, e alla penetrazione del gelo.

Alla superficie del suolo coperto di neve, la temperatura si mantenne sempre vicina a -1°, anche quando l'aria era a -15°. Sotto lo strato di neve, di $0^m,25$, eran deboli le variazioni di temperatura; e i resultati delle osservazioni mostrano che quello strato, quando la temperatura è minore di 0°, ha una debole ma propria conducibilità per il calore, e funziona quindi come un corpo conduttore attraversato da un flusso calorifico, per cui egli preserva dal gelo i corpi organizzati che gli stanno sotto.

La velocità di propagazione del gelo sotto il suolo nudo non coperto di neve, fu nel novembre, di circa $0^m,05$ al giorno, fino alla profondità di $0^m,20$, di $0^m,05$. Nei primi di Dicembre si abbassò la temperatura fino a $-3^\circ,17$ (nel 3 Dicembre) alla profondità di $0^m,05$; ma poi cadde la neve fino all'altezza di $0^m,25$, ed a $0^m,05$ sotto il suolo la temperatura salì a $-0^\circ,82$ l'8 Dicembre. Durante lo stesso periodo precedente, sotto il suolo erboso e coperto di neve, le variazioni di temperatura sono state molto più deboli, e la terra non gelò neppure alla piccola profondità di $0^m,05$. Ma non fu così quando la neve disparve.

Nei primi di Gennaio la temperatura salì fino ad 11°, e poi discese a -10° nel 28 e nel 29. Il primo *massimo* si fece sentire a tutte le profondità sotto il suolo nudo, mentre che la sua influenza fu appena sensibile sotto il suolo erboso. La velocità di propagazione del gelo sotto il suolo non coperto di neve ma nudo, arrivò fino a $0^m,022$, quando sotto il suolo erboso non superò $0^m,0080$.

Finalmente fu osservato che sotto il suolo nudo, la velocità di propagazione del gelo aumenta poco con la profondità, e che sotto il suolo erboso aumenta dapprima notevolmente con la profondità; ma crescendo quella profondità, cioè lungi dalla influenza protettrice dello strato erboso, la velocità di propagazione del gelo diventa uguale a quella che è nel suolo nudo.

W. CROOKES. *Sugli spettri discontinui, dati da sostanze fosforescenti nel vuoto quasi perfetto.* — È una descrizione di quegli spettri. La fosforescenza della glucina è azzurra, quella del zirconio verde azzurro pallido, viva, quella dell'erbina giallastra, e via dicendo. I diamanti hanno una viva fosforescenza, generalmente azzurra. Molte sostanze, quali l'ossido di ferro, di cerio, di cromo etc. sembrano prive di fosforescenza.

La torina ha per i gas un potere assorbente superiore a quello di tutti gli altri corpi. Scaldata in un tubo ove si fa il vuoto, vi fa raffreddandosi un vuoto tale, che una scintilla che passerebbe per $0^m,050$ nell'aria, non può attraversare $0^m,001$ di quello spazio vuoto.

L' A. annunzia che i suoi studi lo hanno posto sulle traccie di nuovi corpi, che spera di scoprire.

E. Becquerel ottenne da lungo tempo un gran numero di fatti indicati dal Crookes nei tubi vuoti, ed ha pure indicato l' utile che avrebbero per l'analisi spettrale, facendo (*Ann. de Chim. etc.* 1857, t. LV, *La lumière ses causes et ses effets, par E. Becquerel,* 1857) uso di quei tubi con sostanze fosforescenti attraversati dalla scarica.

M. DEPREZ. *Nuovo interruttore per i rocchetti di induzione.* — L'A. fa conoscere che la modificazione del Ducretet, più sopra descritta, non è che una forma diversa di quella che per lo stesso oggetto egli fece un anno fa, e che presentò alla Società di Fisica; e dice inoltre quali considerazioni lo guidarono per quella sua modificazione.

M. MOUCHOT. *Sopra lo specchio conico.* — È una risposta ad una nota del Pifrè inserita nei *Comptes rendus* del 16 Agosto 1880. Si tratta di uno specchio da esporsi ai raggi solari, per fondere metalli o minerali, o per scaldare una caldaia. Fu inventato dal Robert nel 1794, e poi modificato diversamente dal Mouchot e dal Pifrè.

6 Giugno. — B. HANNAY. *Sugli stati liquido e gassoso.* — È una reclamazione di priorità circa ai resultati indicati da L. Cailletet e da P. Hautefeuille nella loro nota, nei *Comptes rendus* del 4 Aprile 1881. Nel 24 Maggio 1880 l'A. comunicò alla Società Reale di Londra, una memoria intitolata: *Sullo stato dei fluidi alle temperature critiche*, nella quale egli osservò il menisco e la capillarità dei liquidi e dei gas liquefatti, a diverse temperature e sotto varie pressioni. L'A. scoperse che al punto critico di temperatura il menisco scompariva, senza ricomparire aumentando la pressione. Al di sopra del punto critico la *reazione,* dice l'A., era sempre gassosa, a qualunque pressione fino a 180 atmosfere.

Nelle esperienze narrate in una nota *Osservazioni del menisco e della capillarità di un liquido a diverse temperature e pressioni,* la pressione era prodotta dall'idrogeno fino a 300 atmosfere. L'A. accenna anche ad un lavoro presentato alla Società Reale di Londra nel 22 Febbraio 1881,

ove egli ha concluso che lo stato liquido ha un limite, determinato da una linea isotermica che passa per il punto critico. Circa al metodo seguito dai due fisici francesi, l'A. dice che non può applicarsi a grandi pressioni, perchè allora l'olio di galbano si scioglie anche nell'acido carbonico gassoso.

Journal de Physique 1881.

Gennaio. — A. CORNU. *Sopra l'assorbimento atmosferico dei raggi ultra-violetti.* — La conoscenza del limite ultra-violetto dello spettro solare sarà molto utile per determinare esattamente la temperatura del sole, perchè l'atmosfera intercetta la maggior parte di quello spettro. Le lenti, dello spettroscopio adoperato dall'A. sono di quarzo, e il prisma è di spato d'Islanda ove si utilizza il raggio ordinario. Al fuoco del cannocchiale si pone prima una lamina fluorescente di vetro d'uranio, per poter mettere al punto, e poi vi si pone una lastrina di vetro con lo strato sensibile, di collodione umido. La durata di esposizione è dai due ai sei minuti, per il limite anzidetto. L'eliostata ha un prisma riflettore di quarzo invece dello specchio, e una lente di quarzo concentra il raggio nella fenditura del collimatore. Il limite dello spettro è variabile a seconda dello stato dell'atmosfera e dell'altezza del sole. Nelle esperienze fatte a Courtenay, l'A. arrivò fino a 295,5 alle 10 del mattino, e soltanto a 315,0 alle cinque di sera, per l'estremo limite dei raggi ultra-violetti di cui quei numeri esprimono nel noto modo le lunghezze di onda. Il limite più lontano, ottenuto dall'A. corrisponde alla lunghezza d'onda 293,0. Tali osservazioni sono rese sicure, e meno difficili, da ciò che l'effetto fotografico sensibile non è che nei primi istanti della esposizione.

L'A. ha studiato teoricamente e con le esperienze la questione se sarebbe possibile o no esperimentare in condizioni tali da spingere ancor più oltre, notevolmente, il limite sensibile dello spettro ultra-violetto; ma disgraziatamente ha dovuto convincersi che le difficoltà materiali per ciò non sarebbero paragonabili con l'utile che si potrebbe avere nel

vincerle. Così per la influenza dell'altitudine, egli vidde che per un aumento di $663^m,3$ in altezza si diminuiva di una sola unità (un milionesimo di millimetro) la lunghezza di onda del raggio estremo visibile, tali osservazioni non sono possibili a più di 4000 metri di altitudine.

La seguente esperienza dimostra che l'atmosfera assorbe le radiazioni ultra-violette seguendo una progressione molto rapida. Un tubo lungo 4 metri è chiuso d'ambe le estremità con una lamina di spato fluore, e sta fra il collimatore e il prisma dell'anzidetto spettroscopio. Davanti alla fenditura del collimatore si fa scoccare una scintilla di induzione, fra due punte di alluminio. Solo facendo progressivamente il vuoto nel tubo, diventano a poco a poco, visibili nello spettro le ultime strie lucide che corrispondono all'ultimo grado della nota scala delle lunghezze d'onda sensibili.

Fra la lunghezza λ d'onda della radiazione estrema, visibile, nell'ultra-violetto, e la altezza h del sole, l'A. ha trovato la seguente relazione empirica,

$$\log \operatorname{sen} h = m\left(\lambda + \frac{z}{q}\right) + n$$

m ed n essendo due costanti, z la altitudine del luogo di osservazione, e $q = 868{,}2$ in metri.

Abbenchè quella formula sia empirica, pure, siccome essa rappresenta con esattezza i resultati delle molte esperienze dell'A. sono molto interessanti le seguenti conseguenze alle quali essa conduce. Se si deve, come è naturale, ammettere che il potere assorbente dell'atmosfera sia dovuto ad una sola sostanza, o ad un miscuglio omogeneo, che esista nell'aria a densità diverse a seconda dell'altitudine, ne segue che quella densità deve essere per ogni altitudine proporzionale alla pressione barometrica (*Comptes rendus*, t. XC. 26 Aprile 1880). Da ciò risulta che la sostanza assorbente la radiazione ultra-violetta non può esser il vapor di acqua, perchè nell'aria la densità del vapor d'acqua non è mai in un rapporto costante con la pressione dell'atmosfera; ed anzi questo rapporto diminuisce rapidamente con l'altezza

dal suolo. Ma però è noto che il vapor d'acqua assorbe principalmente i raggi poco refrangibili. L'A. ha infatti verificato esperimentalmente che l'aria umida non assorbe più della secca, le radiazioni più refrangibili dello spettro dell'alluminio (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII). Ma l'acqua allo stato liquido agisce differentemente; e infatti il Soret trovò che l'acqua era perfettamente trasparente per quelle radiazioni (*Archives de Genève* 1878).

I. MACÈ DE LEPINAY. *Ricerche esperimentali sul psicrometro a fionda.* — L'A. rammenta gli errori a cui è soggetto il psicrometro di August segnalati dal Regnault (*Ann. de Chim. et de Phy.* 3ª. serie t. XV) e descrive delle sue esperienze onde porli meglio in evidenza. Tutte quelle cause di errore sono, secondo l'A. intieramente eliminate adoperando il psicrometro a fionda, il quale consiste in due termometri, l'uno asciutto e l'altro bagnato, che si fanno per due minuti ruotare rapidamente, onde l'acqua che bagna la mossolina dell'uno dei termometri scola in virtù della capillarità e della forza centrifuga. Così, conclude l'A. le indicazioni sono indipendenti dal luogo della esperienza e dalla velocità del vento. Avvertiamo che in alcuni nostri osservatorii meteorologici, e crediamo per consiglio del nostro fisico senatore G. Cantoni, si usa già da più anni di tenere, con un piccolo mulinello a palette, agitata l'aria in vicinanza del psicrometro.

MARCEL BRILLOUIN. *Sulla distribuzione delle correnti istantanee.* — Si tratta della distribuzione delle quantità totali di elettricità in un sistema di fili conduttori, durante il periodo variabile, e sulla quale l'A. fece una tesi, pubblicata negli *Annales* della Scuola Normale del Gennaio 1881. L'A. adotta le formule del Maxwell, e per ora in questo lavoro non è svolta che la parte teorica, riservando a più tardi la esperimentale.

A. ANGOT. *Sul psicrometro.* — L'A. comincia col dire che il psicrometro a fionda, di cui tratta il Macè nel lavoro qui più sopra menzionato, è già da gran tempo usato dai meteorologisti, e che fu inventato nel 1855 dal Doyère (*Annuaire de la Soc. Met. de France* 1855) il quale trovò che a quel-

l'istrumento conveniva la formula $x = f' - 0{,}000687\,(t'-t)h$, che differisce da quella del Macè solo perchè in quella invece del numero 0,000687, vi è 0,000693. Anche Walferdin parlò di quel psicrometro, invece del quale ora si usa anche il *psicrometro ventilatore*, che è quello che più sopra dicemmo consigliato dal nostro G. Cantoni che diresse per molti anni la meteorologia in Italia. L'A. fa molte considerazioni sopra questo soggetto, rammentando i lavori del Regnault, del Belli e del Chistoni, e crede che il psicrometro ventilatore sia il più utile nelle stazioni fisse. L'altro è adoperato quasi sempre dai viaggiatori, ma e l'uno e l'altro non danno indicazioni sicure che a pressioni poco diverse dalla normale, e quando la differenza di temperatura non supera i 12°; altrimenti le formule note restano illusorie.

M. BERTIN. *Nuova pinzetta a turmaline.* — La solita pinzetta ha alcuni difetti: per osservar le frangie di un cristallo, bisogna che questo sia sufficientemente grosso e che le sue faccie non siano troppo piccole, e che quando è biasse l'angolo degl'assi sia piccolo. Per diminuire tali inconvenienti l'A. applica alla pinzetta una parte delle lenti del microscopio polarizzante, e presenta il disegno del suo apparecchio ora costruito dal Ducretet. Ma il calcolo di tal sistema di lenti, per quello scopo, molto complicato, non si è potuto eseguire, e convenne procedere per tentativi esperimentali. La nuova pinzetta è dunque ancora da migliorarsi, ma come è ora è già assai migliore della antica.

A. TERQUEM. *Costituzione della fiamma della lampada Bunsen, ed alcune modificazioni di questa lampada.* — È uno studio chiaro ed istruttivo di quella fiamma. Questa fiamma, della lampada di Bunsen, non dà temperature molto alte; e quando vi si aumenta l'aria, essa diventa vacillante; spesso la fiamma si accende alla base della lampada, e finalmente non si può fare o dare al tubo un diametro grande. Ma l'A. è giunto 1.° a rendere meno vacillante quella fiamma; 2.° a mescolare al gas una quantità giusta è tale che non si accenda nell'estremo inferiore del bruciatore; 3.° ad ottenere tutto ciò con tubi grossi anche quattro centimetri, e con qualun-

que pressione di gas. Nei suoi studi su quella fiamma l'A. ha determinato la natura chimica della fiamma. E con un elemento ferro e platino in un tubo di vetro con borace l'A. esaminò la temperatura della fiamma che dal Rossetti fu trovata di 1300° verso la punta e che nel nuovo bruciatore è in tutti i luoghi la stessa. L'Autore presenta un disegno del suo bruciatore, che principalmente differisce dall'antico in ciò che nella estremità superiore del tubo ha due piccole lamine piane e verticali ad angolo retto fra loro, dividendo il foro in quattro settori uguali. Adoperando idrogeno in luogo del gas di illuminazione si ottiene una intensità di luce monocromatica, venti volte maggiore che con le altre lampade monocromatiche.

V. NEYRENEUF. *Alcune esperienze di acustica.* — L'A. ha già mostrato come si può rendere sensibile un becco di Bunsen (*N. Cimento*, t. IX, 1881, pag. 111). Con una fiamma sensibile si posson far vedere in un corso le esperienze della riflessione e della refrazione del suono. Per la riflessione si adoperano gli specchi coniugati, il solito movimento di orologieria usato nella esperienza pel vuoto, e una fiamma sensibile al fuoco di uno degli specchi. Per la refrazione si adopera un pallone di collodion pieno di acido carbonico, come lente.

M. GARIEL. *L'esploratore elettrico di M. Trouvé.* — Il Trové, adoperando lo scandaglio già noto per la ricerca dei pezzi metallici nelle ferite (e composto di una asticella fatta con due fili isolati e con le loro punte vicine fra loro, e posti in comunicazione coi due poli di un piccolo elemento di pila) fa uso di un *trembleur*, invece che di una piccola bussola. Il *trembleur* è una specie di sirena elettromagnetica, del genere di quella di Froment.

M. GARIEL. *Apparecchio del Trouvé per l'esame delle cavità naturali od artificiali.* — Il Trouvé è l'inventore di un *poliscopio* presentato nel 1878 alla Società francese di fisica. La sorgente di luce è il platino reso incandescente da una pila secondaria Planté, alla quale il Trouvé ha posto un regolatore speciale. In questa Nota non è descritto l'istru-

mento, ma è detto che per distribuire la luce vi sono dei prismi a superficie curve.

L. NICOTRA. *Ricerche sui suoni resultanti.* — Secondo le esperienze dell'A. si possono avere dei suoni resultanti con dei primarii non simultanei. Per esempio, con un organo, o con un forte armonio, si sente do_1, dopo aver sonato il mi_3 e subito dopo aver fatto suonare il do_3. L'A. indica la persistenza delle sensazioni, come causa di quel fenomeno. L'A. indica in una tavola fatta con caratteri musicali, i suoni resultanti più facili ad intendersi in quel modo.

In un saggio di ricerche sopra gli accordi multipli, l'A. trovò che il resultante di un accordo semplice può essere indebolito ed anche annullato, quando quell'accordo è accompagnato da un altro accordo semplice. Allora può generarsi un altro suono resultante. Per es. ascoltando l'accordo perfetto minore *re, fa, la,* l'A. non vi sente più il differenziale *si*♭, che proviene dalla terza minore *re, fa,* ma intende il *si* naturale.

E. MERCADIER. *Sopra la radiofonia.* — L'A. espone in questo lavoro tutti i principali resultati indicati nelle note inserite nei *Comptes rendus,* e delle quali già demmo i sunti.

H. PELLAT. *Ricerche sulle differenze di potenziale di due metalli a contatto.* — Il metodo seguito dall'A. è indicato a pag. 38 e 39 del *N. Cimento* t. IX, 1881. Ecco i principali resultati. La quantità misurata è la differenza *d* di potenziale degli strati elettrici in equilibrio che ricoprono i due metalli a contatto. La *d* dipende dalla natura fisica e chimica della superficie dei metalli. Per es. in una coppia oro e rame se il disco di rame era pulito, all'alcool e al tripoli, *d* era 0,137; posto il rame nel gas solfidrico per qualche istante, tanto che cangiasse appena di colore, e poi lavato all'alcool, *d* era 0,201. La unità di misura è il valore di *d* per un elemento Latimer Clark. Però l'essere una superficie liscia o speculare, o no, non vi ha influenza. Se il gas dell'ambiente si rarefà *d* aumenta, e ritorna lo stesso per la stessa pressione. Queste variazioni di *d,* piccole ma certe, non succedono che lentamente, dopo le variazioni della pressione; il che mostra che sono di questa ultima un effetto secondario, e *d* ha lo

stesso valore della forza elettromotrice di un elemento di pila formato dall' alcool e dai due metalli, finchè la superficie di questi non è alterata dal contatto del liquido; e questo fatto sarebbe probabilmente verificabile con altri liquidi, se questi non alterassero troppo rapidamente quella superficie. L'A. chiama *d* la differenza apparente di potenziale, che è quella su cui cade la misura esperimentale. La *vera* sarebbe da esprimersi con la notazione M | M' = — M' | M; mentre il valore di *d* per un elemento di pila il cui liquido è L, è rappresentato da L | M + M | M' + M' | L. Però la esperienza conduce ad ammettere che il valore di questa ultima espressione sia pur quello della differenza *vera* di potenziale dei due metalli.

C. GARIEL. *La lente a foco variabile del Dott. Cusco.* — È un apparecchio per imitare il modo col quale l' occhio si *accomoda* alle diverse distanze, modificando le curvature del cristallino. Esso consiste da una lente formata da un anello chiuso d' ambe le parti da due lamine di vetro piane, fra le quali vi è dell' acqua. Una così detta *pera,* di gomma elastica, è piena essa pure di acqua e comunica con un tubo di gomma con l' acqua della lente. Per mezzo di quella pera si può far una pressione variabile in quell' acqua, e così rendere quelle lamine sufficientemente convesse, in guisa da far agire l' apparecchio come una lente a fuoco variabile.

M. BERTHELOT. *Sulla correzione del raffreddamento nella calorimetria.* — Il Pfaunder (*Ann. der Phy.* 1880) a torto attribuì al Regnault un metodo dovuto al Berthelot per quella correzione; infatti il Regnault che descrisse sempre esattamente i suoi metodi di esperimentazione, non fece mai parola di quello. Il Berthelot lo ha descritto nel suo *Essai de Mècanique chimique.*

A. TERQUEM. *Sostegno universale dell' Edelmann per le esperienze di fisica.* — È un sostegno molto economico, utile per molte esperienze di diverso genere. È indicato nel catalogo di Th. Edelmann privato docente di Fisica nella Scuola superiore tecnica di Monaco, e poi descritto a parte in una aggiunta a quel catalogo.

H. F. WEBER. *Sulle relazioni fra i coefficienti della conducibilità elettrica e della termica nei metalli.* — (*Arch. des sciences Phy. etc. de Genève* t. IV. 1880). — Per la misura della conducibilità calorifica l'A. osserva il raffreddamento di un anello in un ambiente a temperatura costante, ammettendo che il calorico specifico e le conducibilità interna ed esterna siano funzioni lineari della temperatura, il che è conforme ad esperienze già note, mentre nella teoria del Fourier quelle quantità sarebbero costanti. Ciò per conseguenza conduce l'A. allo sviluppo di alcune formule. Secondo le esperienze dell'A. sono costanti per tutti i metalli, i coefficienti che dipendono dalla conducibilità esterna.

Per la conducibilità calorifica interna l'A. ottenne i valori assoluti, C. G. S. seguenti per la temperatura zero. Rame 0,8190, Argento 1,0960, Cadmio 0,2213, Zinco 0,3056, Stagno 0,1446.

Per la conducibilità elettrica fu disposto l'anello in guisa che il piano della sua linea mediana fosse verticale e parallelo al meridiano magnetico. Poi fu osservato lo smorzamento delle oscillazioni di una sbarra magnetizzata sospesa col suo punto di mezzo sull'asse dell'anello, ed a piccola distanza da questo: servendosi, per il calcolo delle formule del Weber.

Le conducibilità elettriche sono funzioni lineari della temperatura; e per 0° l'A. ottenne i valori seguenti, che devono però moltiplicarsi per 10^{-5}. Rame 40,81, Argento 65,87, Cadmio 14,61, Zinco 17,43, Ottone 7,62 *a*, Stagno 10,34 *a*.

I resultati precedenti mostrano che il rapporto θ delle conducibilità calorifiche alle elettriche non è lo stesso per i diversi metalli; ma se c_0 è il calorico specifico per la unità di volume, e se a e b sono due costanti determinate da osservazioni fatte sui due metalli, rame e stagno, che più differiscono nel calorico specifico, si ha la formula empirica

$$\theta = a + b\, c_0,$$

ove $a = 0{,}0880.10,^4$ $b = 0{,}1365.10^4$. Ci limitiamo a questi resultati principali del molto pregevole lavoro dell'A.

C. A. YOUNG. *Sul potere termoelettrico del ferro e del platino nel vuoto.* — (*The American Journal of science and arts.* t. XX.) — L'A. ha poste le due saldature di una coppia termoelettrica, ferro-platino, l'una all'aria libera, e l'altra in un tubo vuoto; queste saldature, esposte alternativamente ai raggi solari, non hanno mostrata alcuna differenza di forza elettromotrice. Secondo il suo Autore, questa esperienza contradice all'Exner, che attribuisce le correnti termoelettriche al contatto degl'elementi metallici della coppia coi gas dell'ambiente.

I. I. THOMSON. *Sugli effetti termici e magnetici prodotti dal moto dei corpi elettrizzati.* — (*Phil. Magaz.* Aprile 1881). — L'A. applica la teoria del Maxwell al caso di una sfera elettrizzata ed in movimento. Secondo quella teoria le variazioni nelle azioni elettriche di un corpo elettrizzato in movimento, producono in un corpo dielettrico effetti elettromagnetici analoghi a quelli prodotti dalla corrente che percorre un conduttore. Non possiamo qui riportare la non breve analisi matematica dell'A. ma per migliore chiarezza rammenteremo la seguente esperienza del Rowland per realizzare l'anzidetto fenomeno preveduto da quella teoria. Si può leggere nel *Poggendorff* dell'anno 1876, tomo CLVIII, nel *Berl. Monatsber* 1876, nel *N. Cimento* ancora, nel *Journal d'Almeida* t. V, e finalmeute nei *Fortschritte der Phy.* di quell'anno.

Un disco di ebanite di 21 cent. di diametro, grosso cinque millimetri, può girare con una velocità di 61 giri al secondo attorno ad un asse verticale. Il disco è dorato sulle sue due faccie, eccetto in prossimità dell'asse, ed è fra due dischi di vetro immobili e forati al centro per lasciar passare quell'asse. La faccia di questi dischi rivolta a quello di ebanite è dorata sopra una superficie annulare, di 24 di diametro esterno e di 9 centimetri di interno, e che è in comunicazione col suolo. Davanti al disco di ebanite vi è una punta alla distanza di un terzo di millimetro, e in comunicazione con l'una o con l'altra delle armature di una forte batteria. Al di sopra del disco superiore è sospeso un sistema astatico, di un centimetro e mezzo in lunghezza, e con gli aghi di-

stanti fra loro di 18 centimetri. Questo sistema sta chiuso in una cassetta di rame.

Quando il disco dielettrico sta fermo, il sistema astatico sta pure immobile; e quando quel disco ruota *si osserva un cangiamento sensibile nella posizione di quel sistema*, il quale, diretto tangenzialmente al disco, è deviato come lo sarebbe da una corrente diretta nel senso della rotazione, oppure in senso opposto, a seconda che il disco è carico positivamante o negativamente. Lo stesso effetto si osserva se la doratura è tolta secondo le linee radiali, o quando il disco è rimpiazzato da un disco di vetro elettrizzato da delle punte come nella macchina Holtz. Sempre però le forze osservate sono molto piccole. La influenza del magnetismo di rotazione si elimina cangiando il segno della elettricità e il senso della rotazione, nel disco.

Nella sua anzidetta analisi, il Thomson trova che l'azione prodotta da una massa magnètica μ sopra una sfera carica di una quantità di elettricità e, e in moto con una velocità v, è uguale a quella che sarebbe prodotta secondo la formula di Ampère dall'unità di lunghezza di una corrente, di intensità μv, e posta al centro della sfera nella direzione del moto. L'A. crede ancora di potere spiegare alcuni dei fenomeni dei tubi di Crookes, ammettendo che la luce negativa sia prodotta dalle molecole dell'aria elettrizzate e spinte con grandi velocità, perchè allora quelle molecole incontrando il vetro cangiando bruscamente di velocità, nascerebbe una forza elettromotrice indotta, come quando una corrente cangia subitaneamente la sua direzione; e, secondo la teoria del Maxwell, tali rapide variazioni di forze elettromotrici produrrebbero luce. Da ciò la fosforescenza in quei tubi, fosforescenza locale sulle pareti di quei tubi perchè tale forza elettromotrice non avrebbe effetti sensibili alla distanza di un centesimo di millimetro dalla molecola urtante.

L'azione di una calamita varia secondo l'A. la traiettoria della sfera elettrizzata; e così nei tubi di Crookes la scarica negativa è deviata da quella azione. L'A. spiega analogamente la repulsione osservata dal Crookes fra le differenti

parti della scarica negativa. Ma perchè vi fosse attrazione converrebbe che la velocità delle molecole fosse maggiore di quella della luce.

Finalmente l'A. trova che la sua teoria si accorda con quella del Clausius sulle azioni elettriche, ma non con quella del Weber; perchè secondo questa l'azione fra due masse elettriche dipenderebbe soltanto dalle loro velocità relative, e non dalle velocità relative al mezzo in cui avviene il movimento (1). X.

(1) Nel primo numero del Vol I 1877 dei *Beiblätter* vi è riferita una mia esperienza *Sull'azione di un corpo dielettrico in movimento sopra un corpo elettrizzato*, e vi si avverte il lettore di confrontarla con quella qui sopra descritta del Rowland. Esiste, è vero, fra la mia e quella del Rowland una certa somiglianza, ma solamente in ciò che tanto nell'una che nell'altra vi è un disco dielettrico ruotante. Il Rowland studiò l'azione del dielettrico elettrizzato e in moto sopra l'ago calamitato, ed io quella di un dielettrico non elettrizzato, ma pure in movimento, sopra un semplice conduttore elettrizzato; non batterie, non fiocchi elettrici, non altri dischi dorati o no, esistevano nella mia esperienza, la quale avea lo scopo di generalizzare ai coibenti la classica esperienza del magnetismo di ruotazione, sostituendo all'ago calamitato, un semplice conduttore elettrizzato. La idea di quella esperienza non l'ebbi per nulla dalla lettura di quella del Rowland; infatti molti anni prima (vedi *Il N. Cimento*, 1866) io aveva già fatta una esperienza, sebbene incompleta, ma ove studiavo l'azione di un disco dielettrico in movimento e soggetto all'induzione di una sferetta elettrizzata, sopra la sferetta mobile di una bilancia di Coulomb. Per le circostanze speciali del mio insegnamento in Pisa, e pei mezzi di cui posso disporre, non ho potuto ancora continuare i miei studi sui coibenti; e dopo il mio lavoro *Sulle azioni elettriche dei coibenti* ec. dovetti limitarmi a far conoscere quella esperienza analoga a quella di Arago, senza descrivere tutto ciò che conveniva fare per eseguirla esattamente.

Del resto è vero che simili esperienze mirano tutte, più o meno indirettamente, a scoprire se dobbiamo considerare, teoricamente almeno, una molecola materiale carica di elettricità ed in movimento, come capace dei medesimi effetti prodotti da un elemento di una corrente voltaica, o di un magnete.

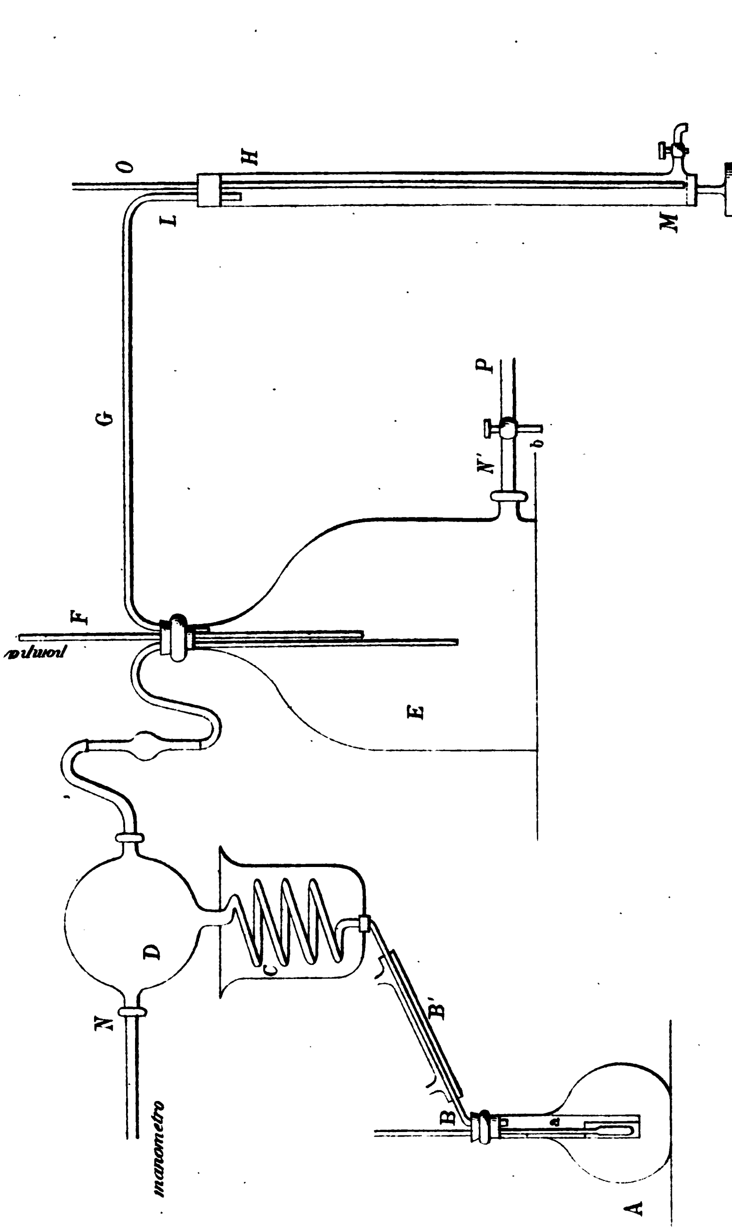
Frattanto sembra che i fisici che si sono occupati di tal questione, forse considerando quanto velocemente la elettricità acquista il suo stato di equilibrio nei conduttori, abbiano pensato a far ruotare dischi coibenti. Nella molto rimarchevole esperienza del Rowland può argomentarsi che vi sia fra luogo e luogo dell'interno dell'ebanite in moto, un trasporto di elettricità, ossia, in debol grado sì ma pure vi sia, la condizione principale per la esistenza di ciò che chiamiamo corrente voltaica. Nella mia esperienza non vi può esser quel trasporto, qualora sia ben condotta, e vi ha soltanto la variazione periodica dell'azione induttrice esterna di un ago, o lamina, di alluminio, sui diversi luoghi del disco di vetro. *R. Felici.*



Dall'Accademia d.s.d.I.d.I



Tav. II.



DI ALCUNE NUOVE APPARENZE ELETTROCHIMICHE;
NOTA DI A. ROITI, PROFESSORE DI FISICA A FIRENZE.

§ 1. Avendo letto in uno degli ultimi fascicoli del *Philosophical Magazine* il breve articolo di A. Tribe (1) sopra la distribuzione diversa che assumono i due ioni alla superficie di una lastra metallica immersa in un liquido soggetto alla elettrolisi, m'invogliai d' istituire delle esperienze analoghe colla speranza che potessero gettare qualche lume su quell'azione ponderomotrice interna della corrente da me segnalata due anni or sono (2), e non ancora spiegata cogli studi ulteriori che vi ho spesi.

A. Tribe faceva passare la corrente in una soluzione di solfato di rame fra due lastre parallele di rame, tenendo immersa nel liquido una lastrina rettangolare d'argento: ed osservava il deposito del rame sull' argento dalla parte per cui vi entrava la corrente, e lo strato di perossido d' argento che si formava da quella ove la corrente usciva. I due depositi erano separati da una zona, sulla quale la superficie dell' argento rimaneva inalterata. Tale zona aveva per limiti due rette parallele agli elettrodi, quando la lastrina d'argento era perpendicolare ad essi: due curve, quand' era inclinata. La regione del perossido era sempre più estesa di quella del rame.

Tutte queste cose, le aveva già pubblicate A. Tribe fin dal 1877: e me ne sono accorto nello sfogliare i *Beiblätter* (3), dove G. Wiedemann, rendendone conto, esprimeva l' opinione che si potessero senz' altro spiegare colle note leggi della distribuzione delle correnti nei conduttori, e colla concentra-

(1) *Philosophical Magazine*, serie 5, vol. XI, pag. 446.

(2) *Società delle scienze economiche e naturali di Palermo*, vol. XIV, pag. 14; *N. Cimento*, serie 3, vol. V, pag. 134.

(3) *Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie*, vol. I. pag. 354.

zione diversa che acquista l'elettrolita là dove si separano i due ioni.

Nel citato articolo del *Philosophical Magazine* A. Tribe dice di averle poi studiate più diffusamente e d'averne fatto oggetto di una comunicazione alla Società Reale di Londra.

Avrei voluto prenderne cognizione per regolarmi nelle mie ricerche; ma finora non ho potuto procurarmela: e, se ad onta di ciò non indugio a dare un cenno delle mie poche osservazioni, ancora così incomplete, si è perchè m' allontano dal laboratorio per qualche mese.

§ 2. Il mio elettrolita è stato per lo più il solfato di zinco sciolto nell'acqua. Era contenuto in una cassetta parallelepipeda con due elettrodi di zinco amalgamato, che ne occupavano tutta la sezione. Un disco d' ottone di 3^c di diametro e grosso 1^{mm} veniva, prima di ciascuna esperienza, strofinato ben bene con carta smerigliata finissima e poi sospeso verticalmente nel mezzo del liquido, con diverse orientazioni.

Quando il disco era parallelo alla corrente, lo zinco, che si depositava dalla parte più prossima all'elettrodo positivo, vi occupava su ciascuna faccia un segmento circolare minore di quello che, per effetto del perossido, compariva bruno dall'altra parte: cosicchè la zona, che rimaneva a nudo ed era limitata dalle basi dei due segmenti, si trovava spostata verso l'elettrodo positivo. Era lo stesso fatto osservato da Tribe, che si ripeteva in condizioni alquanto diverse.

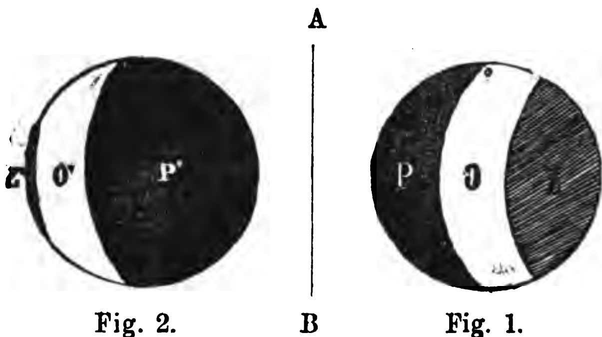


Fig. 2. Fig. 1.

Quando il disco era sospeso verticalmente ed inclinato di 45° sugli elettrodi, continuavano a manifestarsi le tre re-

gioni (bruna, zincata e la zona gialla intermedia); ma venivano separate da linee curve differenti sulle due faccie. La faccia, che guardava l'elettrodo positivo, aveva all' incirca l' aspetto della figura 1, ove è segnata con Z la regione zincata, con P quella bruna e con O l'intermedia. La faccia rivolta all' elettrodo negativo si presentava invece quale appare dalla figura 2. Piegando il foglio lungo la retta AB in modo che la figura 2 vada dietro alla figura 1, si vede tosto come la corrente passasse pel disco obbliquamente da Z verso P'.

Anche in questo caso il perossido occupava un' estensione maggiore dello zinco, ed i contorni avevano un andamento analogo a quello descritto da A. Tribe.

Quando in fine il disco era parallelo agli elettrodi, assumeva un aspetto, che sulle prime mi ha destato qualche sorpresa. Il deposito di zinco non copriva tutta la faccia per cui entrava la corrente, ma soltanto un circolo concentrico con essa, e tutto all'ingiro restava a nudo un anello nitidissimo d' ottone. Del pari la faccia opposta non era abbrunata che nel mezzo; ma la colorazione andava sfumandosi verso il contorno per lasciare anche qui affatto libero un anello.

§ 3. Sospettai, com' era naturale, che quest' ultima apparenza fosse dovuta alla forza elettromotrice fra il deposito di zinco, l' ottone ed il liquido, la quale doveva destare una corrente secondaria che passasse entro il disco in opposizione alla corrente principale e poi circolasse nel liquido, oltre l' orlo, aggiungendosi a questa. Infatti al disco d' ottone sostituendone uno di zinco, il deposito di zinco, facilmente discernibile pel diverso splendore, si distendeva sulla faccia intera. La stessa cosa avveniva ad un disco di rame nel solfato di rame fra elettrodi pure di rame. Invece un disco di platino, in entrambi gli elettroliti, non si copriva del metallo corrispondente che sopra un piccolo circolo; e sulla faccia opposta si manifestava un circolo uguale, dovuto alle bollicine gasose che, durante il passaggio della corrente, vi aderivano.

§ 4. Da questi fatti mi parve oppugnata la sentenza di Wiedemann (§ 1), colla quale si attribuiva l' aspetto diverso dei due ioni alla diversità della concentrazione determinata

dalla elettrolisi. Ma, non contento di ciò, ho voluto anche vedere come si contenesse un disco di rame disposto a 45° in una soluzione di solfato di rame. Esso presentava le tre regioni analoghe a quelle segnate nelle figure 1 e 2; ma in questo caso, contrariamente a quello del § 2, era il rame elettrolitico che prendeva un' estensione maggiore che non il perossido.

Non ho ancora osservazioni sufficienti per pronunziarmi intorno alle cause di siffatte apparenze; ma mi pare che debbano essere molto complesse.

§ 5. Il disco d' ottone, verniciato colla gomma lacca sopra una faccia, e posto nel solfato di rame parallelamente agli elettrodi colla faccia scoperta verso il positivo, invece di coprirsi tutto di rame (come quando non era verniciato), conservava scoperta una stretta zona anullare, oltre la quale, verso l' orlo, appariva un filetto bruno. Colla corrente invertita diventava bruna la regione di mezzo, poi si sfumava in una zona gialla, che era contornata sull'orlo del disco da un filetto rosso. Queste apparenze, almeno così all' ingrosso, si spiegano semplicemente colle leggi della distribuzione delle correnti nei conduttori di resistenza diversa.

§ 6. Un disco di rame, forato nel mezzo, e disposto nel solfato di zinco parallelamente agli elettrodi, offriva intorno al foro un anello scoperto, poi una zona anullare di zinco a contorni ben netti; sull' altra faccia la zona anullare era bruna ed alquanto sfumata all' interno ed all' esterno.

§ 7. Parecchi fori coi diametri di millimetri 6; 4; 2; 1; 0,5 furono praticati a distanza in una lastra quadrata di rame ben piana e ben levigata collo smeriglio: e la lastra fu sospesa nel solfato di zinco parallelamente agli elettrodi. Gli ioni non la ricoprirono uniformemente, come si poteva prevedere; ma lasciarono a nudo un margine cogli angoli arrotondati in corrispondenza all' orlo della lastra; ed un anello attorno a ciascun foro.

Questi anelli vennero misurati colla macchina divisoria dal mio Aiuto Dott. Guido Alessandri: e da tali misure io ho potuto ricavare, come prima approssimazione, che l' area di

ciascun anello ignudo era proporzionale al diametro del foro corrispondente.

§ 8. La legge precedente non può essere rigorosa; giacchè, avendo disposti uno accanto all'altro nella medesima cassetta due dischi di rame di diversa grossezza e con fori uguali, quello più grosso presentò attorno al foro un anello minore privo di zinco, o di perossido.

§ 9. Riferirò un'ultima esperienza. Due lastre di rame uguali vennero sovrapposte e connesse fra loro mediante viti d'avorio in modo che fossero ben parallele e discoste mezzo millimetro circa. Una era quella descritta al § 7, co'suoi fori, l'altra era tutta piena. Furono poi immerse nel solfato di zinco colle faccie parallele agli elettrodi, fu fatta circolare la corrente: e, senza che la corrente cessasse, furono estratte rapidamente, tuffate nell'acqua, separate, asciugate ed osservate.

La lastra forata era stata rivolta al polo positivo: ed aveva all'incirca il deposito di zinco colle apparenze già descritte (§ 7). L'altra lastra aveva dei circoletti di zinco benissimo delineati di faccia ai fori, e per tutto il resto la superficie del rame era perfettamente libera. I circoletti avevano diametri alquanto maggiori dei diametri dei fori corrispondenti: e le differenze fra questi e quelli risultarono pressochè costanti.

Che lo zinco si depositi in maggior copia di faccia ai fori, si spiega pensando che ivi alla corrente della pila si sommano le correnti secondarie (§ 3); ma non è certamente ammissibile che non si depositi traccia alcuna di zinco su tutto il resto della lastra. Se non ve l'ho trovata, vorrà dire che non operai con sufficiente prontezza per impedire che il velo depositatosi venisse ridisciolto nel liquido impegnato durante parecchi secondi fra le due lastre, dopo che la corrente della pila non vi agiva più.

Disposto il medesimo sistema delle due lastre in maniera che la corrente entrasse da prima per la lastra senza fori, si manifestarono le apparenze del perossido, analoghe alle precedenti dello zinco; ma con contorni sfumati e con questa particolarità che i circoletti di faccia ai fori, invece che es-

sere di un bruno via via meno intenso dal centro alla periferia, erano nel mezzo di tinta uniforme, poi erano circondati da un anellino più cupo, il quale sfumava verso l'esterno.

Qui ho dovuto sospendere queste ricerche, che mi sembrano degne di venir continuate.

Firenze, 15 Luglio 1881.



IL PROBLEMA DI *DE S.t VENANT* PER UN PRISMA RETTANGOLARE;
NOTA DI E. PADOVA.

È noto che Clebsch ha ridotto la soluzione del problema di De S.t Venant alla determinazione di una funzione Ω di due variabili x, y, che nell'interno di una sezione retta del cilindro, di cui si studia l'equilibrio elastico, soddisfa all'equazione a derivate parziali $\Delta^2 = 0$ e tale che le sue derivate rispetto alla normale al contorno, lungo il contorno stesso, prendano valori dati. Questo problema nel caso in cui il contorno sia un rettangolo è stato risoluto analiticamente dai sigg. Thomson e Tait (*Natural Phylosophy*, § 707) pel caso della semplice torsione, mi propongo di darne ora la soluzione pel caso generale (1).

1. Seguendo il metodo di Clebsch (*Theorie der Elasticität fester Körper*, § 24) poniamo

$$\Omega = bB + b_0 B_0 + b_1 B_1 + b_2 B_2$$

ove le b sono costanti e le B sono funzioni ignote di x, y; quando si prenda per asse delle z la retta che congiunge i

(1) Avevo già consegnato questa nota alla Direzione del Giornale, quando ho avuto conoscenza della soluzione che di questo problema ha dato il ch. Prof. D. Turazza nel Vol. XVIII delle memorie dell'Istituto Veneto (1874); siccome però il metodo da me tenuto e la forma della soluzione cui son giunto, son diversi da quelli del Prof. Turazza, così ritengo non inutile pubblicare questo scritto.

centri di gravità delle sezioni rette del cilindro, la costante b è zero e quindi basta determinare le tre funzioni B_0, B_1, B_2 le quali debbono: 1.° nell'interno della sezione retta verificare l'equazione $\Delta^2 = 0$, 2.° sul contorno debbono verificare le equazioni

$$(1)\quad \frac{dB_0}{dx}\cos p + \frac{dB_0}{dy}\,\mathrm{sen}\,p = x\,\mathrm{sen}\,p - y\cos p$$

$$(2)\quad \frac{dB_1}{dx}\cos p + \frac{dB_1}{dy}\,\mathrm{sen}\,p = \frac{\mu x^2 + (2-\mu)y^2}{2}\cos p + (\mu+2)xy\,\mathrm{sen}\,p$$

$$(3)\quad \frac{dB_2}{dx}\cos p + \frac{dB_2}{dy}\,\mathrm{sen}\,p = \frac{\mu y^2 + (2-\mu)x^2}{2}\,\mathrm{sen}\,p + (\mu+2)xy\cos p$$

ove p è l'angolo che la normale al contorno diretta verso l'interno fa coll'asse delle x e μ una costante.

Determiniamo successivamente le tre funzioni B nel caso in cui la sezione retta del cilindro sia un rettangolo.

2. Sia ABCD il rettangolo sezione, pongasi $AB = CD = a$, $BC = DA = b$, prenderemo per assi coordinati le parallele ai lati, che si tagliano nel centro del rettangolo, e precisamente per asse delle x la parallela ad AB. La funzione B_0 dovrà essere determinata in modo da soddisfare nell'interno la equazione $\Delta^2 = 0$, sui lati AB, CD l'equazione $\frac{dB_0}{dy} = x$ e finalmente sui lati BC, DA l'altra $\frac{dB_0}{dx} = -y$. Consideriamo una seconda funzione C_0 definita dalle condizioni di annullarsi nel punto A e di soddisfare le equazioni

$$\frac{dC_0}{dx} = \frac{dB_0}{dy}, \qquad \frac{dC_0}{dy} = -\frac{dB_0}{dx},$$

$C_0 + iB_0$ sarà una funzione della variabile complessa $x + iy$. La funzione C_0 deve soddisfare nell'interno del rettangolo all'equazione $\Delta^2 = 0$, sui lati AB, CD deve divenire uguale ad $\frac{1}{2}(x^2 - \frac{1}{4}a^2)$ e sugli altri due uguale ad $\frac{1}{2}(y^2 - \frac{1}{4}b^2)$. Poniamo

$$C_0 = u_0 + \tfrac{1}{2}(y^2 - \tfrac{1}{4}b^2) - \tfrac{1}{2}(x^2 - \tfrac{1}{4}a^2)$$

ed il problema sarà ridotto a determinare la funzione u_0 in modo che sui lati BC, DA si annulli, sui lati AB, CD sia uguale ad $x^2 - \frac{a^2}{4}$ e nell'interno soddisfi la solita equazione a derivate parziali. Condizioni queste che si sa essere caratteristiche per la funzione u_0, quando essa debba rimanere finita e continua nell'interno del campo che si considera.

La funzione

$$u_0 = \sum_0^\infty A_{2n+1}\left(e^{\frac{2n+1}{a}\pi y} + e^{-\frac{2n+1}{a}\pi y}\right)\cos\frac{2n+1}{a}\pi x,$$

quando la serie del 2.° membro risulti convergente, soddisfa alle condizioni di annullarsi sui lati BC, DA e di verificare l'equazione $\Delta^2 = 0$, basterà determinare i coefficienti in modo che anche l'altra condizione sia soddisfatta e la serie sia ancora convergente. Ora è noto (1) che si ha

$$\frac{x^2}{2} = \frac{a}{2}x - \frac{4a^2}{\pi^3}\sum_0^\infty \frac{\operatorname{sen}\frac{2n+1}{a}\pi x}{(2n+1)^3}$$

per x compreso fra 0 ed a (0 ed a incl.); mutando in questa formula x in $x + \frac{a}{2}$ essa diviene

$$x^2 - \frac{a^2}{4} = \frac{8a^2}{\pi^3}\sum_0^\infty (-1)^{n+1}\frac{\cos\frac{2n+1}{a}\pi x}{(2n+1)^3}$$

la quale varrà pei valori di x compresi fra $-\frac{a}{2}$ e $\frac{a}{2}$. Quindi si vede che prendendo

$$A_{2n+1} = \frac{(-1)^{n+1}}{(2n+1)^3}\cdot\frac{8a^2}{\pi^3}\cdot\frac{1}{e^{\frac{2n+1}{2a}\pi b} + e^{-\frac{2n+1}{2a}\pi b}}$$

(1) Vedasi Dini, *Serie di Fourier ed altre rappresentazioni analitiche delle funzioni di una variabile reale*, pag. 118.

la serie precedente è convergente nell'interno del rettangolo e la funzione u_0 soddisfa all'altra condizione di divenire uguale ad $x^2 - \frac{a^2}{4}$ sui lati AB, CD. Ma u_0 non è che la parte reale della funzione

$$w = \sum_0^\infty A_{2n+1} \left(e^{\frac{2n+1}{a} i\pi z} + e^{-\frac{2n+1}{a} i\pi z} \right)$$

ove $z = x + iy$, quindi sarà

$$B_0 = -xy + \frac{8}{\pi^3} a^2 \Sigma \frac{(-1)^{n+1}}{(2n+1)^3} \frac{e^{\frac{2n+1}{a}\pi y} - e^{-\frac{2n+1}{a}\pi y}}{e^{\frac{2n+1}{2a}\pi b} + e^{-\frac{2n+1}{2a}\pi b}} \operatorname{sen} \frac{2n+1}{a} \pi x .$$

3. Passiamo ora alla determinazione di B_1. Sui lati BC, DA dovremo avere

$$\frac{dB_1}{dx} = \frac{\mu a^2 + 4(2-\mu) y^2}{8},$$

sul lato AB deve essere

$$\frac{dB_1}{dy} = \frac{\mu + 2}{2} bx$$

e sul lato CD

$$\frac{dB_1}{dy} = -\frac{\mu + 2}{2} bx .$$

Determiniamo la funzione C_1 in modo che sia

$$\frac{dC_1}{dx} = \frac{dB_1}{dy}, \quad \frac{dC_1}{dy} = -\frac{dB_1}{dx}$$

e $C_1 = 0$ nel punto A.

Sul lato AB dovrà essere

$$C_1 = \frac{\mu + 2}{4} b \left(x^2 - \frac{a^2}{4} \right),$$

sul lato BC

$$C_1 = -\frac{\mu a^2}{8}\left(y - \frac{b}{2}\right) - \frac{2-\mu}{6}\left(y^3 - \frac{b^3}{8}\right),$$

sul lato CD

$$C_1 = -\frac{\mu+2}{4}\, b\left(x^2 - \frac{a^2}{4}\right)$$

finalmente sul lato D A

$$C_1 = -\frac{\mu a^2}{8}\left(y + \frac{b^2}{2}\right) - \frac{2-\mu}{6}\left(y^3 + \frac{b^3}{8}\right).$$

Poniamo ora

$$C_1 = u_1 + \frac{x - \frac{a}{2}}{a}\left[\frac{\mu a^2}{8}\left(y + \frac{b}{2}\right) + \frac{2-\mu}{6}\left(y^3 + \frac{b^3}{8}\right)\right]$$

$$-\frac{x + \frac{a}{2}}{a}\left[\frac{\mu a^2}{8}\left(y - \frac{b}{2}\right) + \frac{2-\mu}{6}\left(y^3 - \frac{b^3}{8}\right)\right]$$

$$+\frac{2-\mu}{2}\, y\left(x^2 - \frac{a^2}{4}\right);$$

la funzione u_1 è definita dalle seguenti condizioni: di annullarsi sui lati BC, DA, di soddisfare l'equazione $\Delta^2 = 0$ nell'interno del rettangolo e di divenire

$$= \frac{b\mu}{2}\left(x^2 - \frac{a^2}{4}\right) - \frac{x - \frac{a}{2}}{8a}\left(\mu a^2 b + (2-\mu)\frac{b^3}{3}\right)$$

sul lato AB ed

$$= -\frac{b\mu}{2}\left(x^2 - \frac{a^2}{4}\right) - \frac{x + \frac{a}{2}}{8a}\left(\mu a^2 b + (2-\mu)\frac{b^3}{3}\right)$$

sul lato CD.

Poniamo

$$u_1 = \frac{b\mu}{2} u_{11} - \frac{1}{8a}\left(\mu a^2 b + (2-\mu)\frac{b^3}{3}\right)(u_{12} + u_{13})$$

le tre funzioni u_{11}, u_{12}, u_{13} dovranno essere determinate in modo da soddisfare alle seguenti condizioni; di soddisfare la equazione $\Delta^2 = 0$ nell'interno del rettangolo, di annullarsi sui lati BC, DA, di divenire rispettivamente uguali a

$$x^2 - \frac{a^2}{4}, \quad x, \quad -\frac{a}{2}$$

sul lato AB e

$$-\left(x^2 - \frac{a^2}{4}\right), \quad x, \quad \frac{a}{2}$$

sul lato CD.

Con calcolo perfettamente analogo a quello eseguito per ottenere u_0 troveremo

$$u_{11} = \frac{8a^2}{\pi^3} \sum_0^\infty \frac{(-1)^{n+1}}{(2n+1)^3} \frac{e^{\frac{2n+1}{a}\pi y} - e^{-\frac{2n+1}{a}\pi y}}{e^{\frac{2n+1}{2a}\pi b} - e^{-\frac{2n+1}{2a}\pi b}} \cos\frac{2n+1}{a}\pi x .$$

Per avere u_{12} osserviamo che la funzione

$$(4) \qquad \sum_1^\infty A_{2n}\left(e^{\frac{2n}{a}\pi y} + e^{-\frac{2n}{a}\pi y}\right) \operatorname{sen}\frac{2n\pi}{a} x ,$$

oltre al soddisfare la solita equazione $\Delta^2 = 0$, si annulla sui lati BC, DA e siccome si ha

$$x = \frac{2a}{\pi} \sum_1^\infty (-1)^{n+1} \frac{\operatorname{sen}\frac{2n\pi}{a} x}{2n}$$

per x compreso fra $-\frac{a}{2}$ ed $\frac{a}{2}$ (i limiti esclusi), basterà prendere

$$A_{2n} = \frac{(-1)^{n+1}}{2n} \cdot \frac{2a}{\pi} \frac{1}{e^{\frac{n}{a}\pi b} + e^{-\frac{n}{a}\pi b}}$$

perchè la serie (4) rappresenti la funzione u_{12}.

La serie

$$\sum_1^{\infty} A_{2n+1} \left(e^{\frac{2n+1}{a}\pi y} - e^{-\frac{2n+1}{a}\pi y}\right) \cos \frac{2n+1}{a} \pi x$$

rappresenterà u_{13} se determineremo le A in modo che essa divenga uguale a $-\frac{a}{2}$ sul lato AB. Ora se nella formula

$$\frac{\pi}{4} = \sum_1^{\infty} \frac{\operatorname{sen}(2n+1)\frac{\pi x}{a}}{2n+1},$$

che vale per x compreso fra 0 e a, mutiamo x in $\frac{a}{2} + x$, avremo la formula

$$\frac{\pi}{4} = \sum_1^{\infty} (-1)^n \frac{\cos \frac{2n+1}{a} \pi x}{2n+1},$$

che varrà per x compreso fra $-\frac{a}{2}$ e $\frac{a}{2}$; per cui basterà prendere, per avere u_{13}:

$$A_{2n+1} = \frac{(-1)^{n+1}}{\pi} \cdot \frac{2a}{2n+1} \cdot \frac{1}{e^{\frac{2n+1}{2a}\pi b} - e^{-\frac{2n+1}{2a}\pi b}}.$$

Se quindi per brevità poniamo

$$
(5)\begin{cases}
\alpha_{2n+1}=(-1)^{n+1}\left(\dfrac{b\mu}{\pi^3}\dfrac{4a^2}{(2n+1)^3}-\dfrac{1}{4\pi}\dfrac{\mu a^2 b+(2-\mu)\dfrac{b^3}{3}}{2n+1}\right)\dfrac{1}{e^{\frac{2n+1}{2a}\pi b}-e^{-\frac{2n+1}{2a}\pi b}}\\[2ex]
\beta_{2n}=\dfrac{(-1)^n}{8n\pi}\dfrac{\mu a^2 b+(2-\mu)\dfrac{b^3}{3}}{e^{\frac{n}{a}\pi b}+e^{-\frac{n}{a}\pi b}}
\end{cases}
$$

avremo

$$
u_1=\sum_0^\infty \alpha_{2n+1}\left(e^{\frac{2n+1}{a}\pi y}-e^{-\frac{2n+1}{a}\pi y}\right)\cos\frac{2n+1}{a}\pi x
$$

$$
+\sum_1^\infty \beta_{2n}\left(e^{\frac{2n}{a}\pi y}+e^{-\frac{2n}{a}\pi y}\right)\operatorname{sen}\frac{2n}{a}\pi x
$$

Ora questa è la parte reale della funzione

$$
w_1=\sum_0^\infty \alpha_{2n+1}\left(e^{-i\frac{2n+1}{a}\pi z}-e^{i\frac{2n+1}{a}\pi z}\right)
$$

$$
-\sum_1^\infty \beta_{2n}\, i\left(e^{\frac{2n}{a}i\pi z}-e^{-\frac{2n}{a}\pi i z}\right).
$$

ed il coefficiente di i in questa funzione è

$$
v_1=-\sum_0^\infty \alpha_{2n+1}\left(e^{\frac{2n+1}{a}\pi y}+e^{-\frac{2n+1}{a}\pi y}\right)\operatorname{sen}\frac{2n+1}{a}\pi x
$$

$$
-\sum_1^\infty \beta_{2n}\left(e^{-\frac{2n}{a}\pi y}-e^{\frac{2n}{a}\pi y}\right)\cos\frac{2n}{a}\pi x .
$$

Per cui B_1 è completamente determinato nell'interno del rettangolo ed è dato dall'equazione

$$
B_1=v_1+\left(\mu ab+\frac{2-\mu}{3}b^3\right)\frac{y}{8}+\frac{2-\mu}{2}y^2x+\frac{\mu a^2}{8}x-\frac{2-\mu}{2}\left(\frac{x^3}{3}-\frac{a^2x}{4}\right).
$$

4. **Per determinare B_2 osserviamo che si deve avere**

$$\frac{dB_2}{dx} = \frac{\mu+2}{2} ay \qquad \text{sul lato BC}$$

$$\frac{dB_2}{dx} = -\frac{\mu+2}{2} ay \qquad \text{sul lato DA}$$

$$\frac{dB_2}{dy} = \frac{\mu b^2 + 4(2-\mu)x^2}{8} \qquad \text{sui lati AB, CD}\,.$$

Prendiamo la funzione C_2 che soddisfa le due equazioni

$$\frac{dC_2}{dx} = \frac{dB_2}{dy}\,, \qquad \frac{dC_2}{dy} = -\frac{dB_2}{dx}$$

e nel punto A si annulla; sul lato AB sarà

$$C_2 = \frac{\mu b^2}{8}\left(x + \frac{a}{2}\right) + \frac{2-\mu}{6}\left(x^3 + \frac{a^3}{8}\right),$$

sul lato BC sarà

$$C_2 = -\frac{\mu+2}{4}\, a\left(y^2 - \frac{b^2}{4}\right),$$

sul lato CD sarà

$$C_2 = \frac{\mu b^2}{8}\left(x - \frac{a}{2}\right) + \frac{2-\mu}{6}\left(x^3 - \frac{a^3}{8}\right)$$

e finalmente sul lato DA

$$C_2 = \frac{\mu+2}{4}\, a\left(y^2 - \frac{b^2}{4}\right).$$

Poniamo ora

$$C_2 = u_2 + \frac{y + \frac{b}{2}}{6}\left[\frac{\mu b^2}{8}\left(x + \frac{a}{2}\right) + \frac{2-\mu}{6}\left(x^3 + \frac{a^3}{8}\right)\right]$$

$$- \frac{y - \frac{b}{2}}{6}\left[\frac{\mu b^2}{8}\left(x - \frac{a}{2}\right) + \frac{2-\mu}{6}\left(x^3 - \frac{a^3}{8}\right)\right]$$

$$- \frac{2-\mu}{2}\, x\left(y^2 - \frac{b^2}{4}\right)$$

u_2 dovrà soddisfare l' equazione $\Delta^2 = 0$, sui lati AB, CD dovrà annullarsi, e deve aversi sul lato BC

$$u_2 = -\frac{\mu a}{2}\left(y^2 - \frac{b^2}{4}\right) - \frac{y + \frac{b}{2}}{b}\left(\frac{\mu b^2}{8} a + \frac{2-\mu}{6}\frac{a^3}{4}\right).$$

e sul lato opposto

$$u_2 = \frac{\mu a}{2}\left(y^2 - \frac{b^2}{4}\right) - \frac{y - \frac{b}{2}}{b}\left(\frac{\mu b^2}{8} a + \frac{2-\mu}{6}\frac{a^3}{4}\right)$$

Poniamo

$$u_2 = -\frac{\mu a}{2} u_{21} - \left(\mu b^2 a + \frac{2-\mu}{3} a^3\right)\frac{1}{8b}(u_{22} + u_{23})$$

le funzioni u_{21}, u_{22}, u_{23}, oltre al soddisfare la solita equazione, dovranno annullarsi sui lati AB, CD, sul lato BC dovranno divenire rispettivamente uguali a

$$y^2 - \frac{b^2}{4}\,,\quad y\,,\quad \frac{b}{2}$$

e sul lato DA uguali a

$$-\left(y^2 - \frac{b^2}{4}\right),\quad y\,,\quad -\frac{b}{2}\,,$$

per cui sarà

$$u_{21} = \frac{8b^2}{\pi^3}\sum_0^\infty \frac{(-1)^{n+1}}{(2n+1)^3}\,\frac{e^{\frac{2n+1}{b}\pi y} - e^{-\frac{2n+1}{b}\pi y}}{e^{\frac{2n+1}{2b}\pi a} - e^{-\frac{2n+1}{2b}\pi a}}\cos\frac{2n+1}{b}\pi y$$

$$u_{22} = \frac{2b}{\pi}\sum_1^\infty \frac{(-1)^{n+1}}{2n}\,\frac{e^{\frac{2n}{b}\pi x} + e^{-\frac{2n}{b}\pi x}}{e^{\frac{n}{b}\pi a} + e^{-\frac{n}{b}\pi a}}\,\text{sen}\,\frac{2n}{b}\pi y.$$

$$u_{23} = \frac{2b}{\pi}\sum_0^\infty \frac{(-1)^{n+1}}{2n+1}\,\frac{e^{\frac{2n+1}{b}\pi x} - e^{-\frac{2n+1}{b}\pi x}}{e^{\frac{2n+1}{2b}\pi a} - e^{-\frac{2n+1}{2b}\pi a}}\cos\frac{2n+1}{b}\pi y\,.$$

Se ora per brevità poniamo

$$\gamma_{2n+1}=(-1)^n\left(\frac{4b^2a\mu}{\pi^3}\,\frac{1}{(2n+1)^3}+\frac{1}{4\pi}\,\frac{\mu ab^2+\frac{2-\mu}{3}a^3}{2n+1}\right)$$

$$\cdot\frac{1}{e^{\frac{2n+1}{2b}\pi a}-e^{-\frac{2n+1}{2b}\pi a}}\,.$$

$$\delta_{2n}=\frac{(-1)^n}{4\pi}\cdot\frac{1}{2n}\cdot\frac{\mu ab^2+\frac{2-\mu}{3}a^3}{e^{\frac{n}{b}\pi a}+e^{-\frac{n}{b}\pi a}}$$

avremo

$$u_2=\sum_0^\infty\gamma_{2n+1}\left(e^{\frac{2n+1}{b}\pi x}-e^{-\frac{2n+1}{b}\pi x}\right)\cos\frac{2n+1}{b}\pi y$$

$$+\sum_1^\infty\beta_{2n}\left(e^{\frac{2n}{b}\pi x}+e^{-\frac{2n}{b}\pi x}\right)\operatorname{sen}\frac{2n}{b}\pi y$$

Questa è la parte reale della funzione

$$w_2=\sum_0^\infty\gamma_{2n+1}\left(e^{\frac{2n+1}{b}\pi z}-e^{-\frac{2n+1}{b}\pi z}\right)$$

$$-\,i\sum_1^\infty\beta_{2n}\left(e^{\frac{2n}{b}\pi z}-e^{-\frac{2n}{b}\pi z}\right)$$

ed il coefficiente di $\sqrt{-1}$ in questa funzione è

$$v_2=\sum_0^\infty\gamma_{2n+1}\left(e^{\frac{2n+1}{b}\pi x}-e^{-\frac{2n+1}{b}\pi x}\right)\operatorname{sen}\frac{2n+1}{b}\pi y$$

$$-\sum_1^\infty\beta_{2n}\left(e^{\frac{2n}{b}\pi x}-e^{\frac{2n}{b}\pi x}\right)\cos\frac{2n}{b}\pi y$$

per cui sarà

$$B_3 = v_3 + \frac{2-\mu}{2}\left(x^2 y - \frac{y^3}{3}\right) + \frac{b^2}{4} y - \frac{x}{8b}\left(a\mu b^2 + \frac{2-\mu}{3} a^3\right).$$

E così restano determinate le tre funzioni B_1, B_2, B_3 e conseguentemente anche Ω.

Livorno 20 Luglio 1881.



SULLE PROPRIETÀ DEPOLARIZZANTI DELLE SOLUZIONI SALINE;
NOTA DI D. MACALUSO.

(*Reale Accademia dei Lincei.* Vol. 5. Serie 3. Transunti).

Nel Journal de Physique del sig. d'Almeida t. X, p. 167 anno 1881, il sig. Lippmann fa una breve rivista, o meglio una critica, di un mio lavoro (1), nel quale io contraddico i corollarii ch'egli aveva ricavato da alcune sue esperienze, secondo me incomplete. Il sig. Lippmann avea trovato (2) che un elettrodo negativo di un metallo A, il quale può polarizzarsi energicamente nella soluzione di uno o più sali, diventa impolarizzabile se la soluzione contenga traccie di un sale del metallo stesso A (3). Da questo fatto traeva poi la con-

(1) Atti dell'*Accad. Gioenia di sc. nat.* 3. serie, tom. XIV. pag. 261-310. *N. Cimento*, 3. serie, tom. VII, pag. 225.

(2) *Journal de Phy.* tom. 8. p. 48. *Comp. rend.* anno 1880 t. 86, pag. 1541.

(3) A pag. 49, linea 6 il sig. Lippmann parlando della polarizzazione del rame nel solfato di zinco, che è il caso con più cura da lui esaminato, dice „ La „ présence de ces quelques gouttes de sel de cuivre empêche le fil de cuivre de se „ polariser „. Ed appresso nella stessa pagina: „ L'addition d'une quantité minime „ de sulphate de cuivre (moins de $^1/_{1000}$) non seulement raméne aussitôt l'électro- „ mètre au zéro, mais fait qu'en fermant de nouveau le courant, on voit l'électro- „ mètre rester au zéro „. Nella rivista che ora fa del mio lavoro invece dice: „ J'avais observé q'une lame de cuivre, d'argent etc. acquirent, dans un liquide

seguenza, avvalorata secondo lui da altri criterî sperimentali, che il lavoro elettrico, impiegato per produrre la polarizzazione è accumulato, non sotto forma d'energia chimica ma sotto forma d'energia elettrica, come in un condensatore.

Io ho trovato invece che la polarizzazione di un metallo A, adoperato come catodo nella soluzione del sale di un metallo C, viene sempre diminuita dalla presenza di un sale di un terzo metallo B, se il metallo C (che secondo me è la causa della polarizzazione) tenda a sostituirsi a B nella soluzione, e tanto più rapida è questa diminuzione quanto più energicamente C tende a sostituirsi a B. Siccome fra i sali che possono adoperarsi in presenza di A, son quelli di A appunto che più energicamente fra tutti si sostituiscono ai metalli, che dalla elettrolisi potrebbero essere depositati sul catodo, così sono i sali del metallo stesso A, non i soli ma quelli che più facilmente producono la sua depolarizzazione, senza che del resto tale virtù depolarizzante fosse specifica di questi sali. La differenza fra essi e gli altri non è che qualitativa e non quantitativa.

Nella sua critica il sig. Lippmann non dice nettamente se accetti o meno le conchiusioni del mio lavoro, ma fa degli appunti sopra alcuni particolari delle mie esperienze, appunti che io non posso accettare.

1°. Il mio metodo di misura, pei tentativi che richiede sarebbe meno comodo e preciso di quello da lui impiegato, non solo, ma impedendomi di operar presto, mi avrebbe indotto in errore, nei casi in cui avviene una alterazione rapida della superficie, e nei quali quindi non bisogna lasciar trascorrere più di un minuto tra la preparazione della superficie e la misura.

Passi per la comodità; ma io ho rinunciato ad essa per l'esattezza, avendo veduto che il fenomeno da studiarsi dipende essenzialmente da una serie di cause, che il sig. Lipp-

„ qui ne contient pas de cuivre ni d'argent, une polarisation durable, c'est-à-dire „ encore très-sensible au bout de plusieurs minutes, tandis que l'addition d'une pe- „ tite quantité de cuivre ou d'argent dans la liqueur réduit la durée de la polari- „ sation à une fraction de seconde „.

mann per il suo metodo speciale non può misurare e delle quali non tiene alcun conto (1). Io invece ho cercato di esaminarle con ogni cura, sopra tutto la durata ed intensità della corrente primaria ed il tempo trascorso tra l'interruzione di questa e la misura. È stato anzi lo studio minuzioso ed accurato di queste cause che mi ha portato alle conchiusioni alle quali son venuto. È vero che la determinazione della polarizzazione col metodo di opposizione richiede diversi tentativi preliminari, ma una volta trovato il valore da determinare si può ripetere la misura quante volte si voglia. Basta lasciare a posto il corsojo del ponte, ripreparando sempre gli elettrodi prima di ciascuna misura. In tal caso, tra l'istante in cui la superficie dell'elettrodo da adoperarsi è stata preparata, e la misura (essendo stato già tutto prima messo a posto, vale a dire anche il pendolo nella posizione dalla quale deve partire) intercede un tempo sempre brevissimo ed inferiore ad un minuto.

Ciò mi permetteva l'insieme della mia disposizione esperimentale, ed a tal fine ho anche adoperato certi sostegni speciali con contatti a mercurio, per introdurre rapidamente gli elettrodi nel circuito, e ciò ho fatto temendo d'incontrare quelle alterazioni di superficie, delle quali parla il sig. Lippmann nel suo lavoro e che a me non è stato dato di osservare.

2°. Il punto sul quale il sig. Lippmann più insiste è il seguente:

Nelle sue esperienze egli trova che un catodo di rame in una soluzione di un sale di zinco esente di rame acquista

(1) Impiegando una data soluzione di solfato di zinco con piccolissime ma determinate quantità di solfato di rame facendovi passare per 0″,1 una corrente di intensità tale da produrre un deposito di mgr. 0,0143 di zinco per centimetro quadrato del catodo di rame la F. E. di P, passa dal valore 0,87 Daniell, che avea misurata dopo 0″,01 dall'interruzione della corrente primaria a zero in 6″; impiegando poi come polarizzatrice una corrente d'intensità tripla nelle identiche condizioni, se duri come per il primo caso 0″,1 la F. E. di P. in 6″ passa solo da circa 0,90 D a 0,88 D e non si annulla che in 120″ circa, mentre se la corrente primaria ora adoperata si fa durare 1″,15 allora in 120″ la F. E. di P. non è quasi punto diminuita e si mantiene ancora sensibile dopo circa un quarto d'ora.

una polarizzazione durevole, cioè ancora sensibile dopo parecchi minuti, mentre io trovo che si depolarizza rapidamente. Questa differenza sarebbe dovuta al metodo di ripulimento da me impiegato (immersione nell'acido solforico e lavatura con acqua distillata) che è causa della formazione di uno strato sottile di sale di rame, alla sua volta causa della rapida depolarizzazione degli elettrodi. Quantunque ammettendo che il catodo di zinco ben ripulito in una soluzione di sale di zinco esente di rame si depolarizzi lentamente, nulla sarebbe tolto alle conchiusioni alle quali io son venuto nel mio lavoro, e che sarebbero la parte fondamentale della nostra divergenza, pure non posso accettare questa obiezione.

Anzitutto se io ho trovato che la polarizzazione del catodo di rame sparisce in pochi secondi in una soluzione di solfato di zinco priva di rame in taluni, in altri casi ho trovato invece che in 10′ essa era passata da 0,86 a 0,80 Daniell, con questa differenza però, che nel secondo caso la corrente primaria aveva una intensità tripla di quella che essa aveva nel primo. Siccome il sig. Lippmann non fa la misura della intensità e durata della sua corrente primaria non crede possa dirsi se in questa parte le mie esperienze siano o no in contraddizione con le sue.

Io non saprei poi come si possa veramente formare e restare del sale di rame sur un elettrodo di questo metallo, immerso per qualche secondo in acido solforico *diluito* e *puro* (pag. 275 lin. 3) lavato quindi abbondantemente con acqua distillata ed asciugato tra carta bibula; e come mai la soluzione con la quale si era lungamente lavorato, e nella quale un elettrodo era stato immerso moltissime volte, e ciascuna volta sottoposto all'istesso trattamento, non presentasse la più lieve traccia di coloramento azzurro, trattato in un lungo tubo con ammoniaca (pag. 279). Questa reazione secondo il Lassaigne rileverebbe una parte di rame in 100000 parti di solvente.

Confesso poi che capisco poco il metodo dal mio chiaro contraddittore suggerito per la preparazione della superficie degli elettrodi da impiegarsi. Egli dice: « Il faut reduire cet-

« te surface par l'action d'un courant électrique, c'est-à-dire « il faut les laisser (les électrodes) plonger dans une disso- « lution exempte de cuivre en les tenant attachées au pôle « négatif d'une pile jusqu'à ce qu'elles acquiérent la proprié- « té de se polariser d'une façon durable ». Venendo al caso particolare in esame, mi pare che con ciò debba intendersi, che per polarizzare durevolmente l'elettrodo di rame bisogna farlo servire da catodo in una soluzione di solfato di zinco privo di rame, fino a che acquisti una polarizzazione durevole, cioè per un tempo relativamente lungo.

Quantunque mi paja che questa sia la interpretazione più naturale delle sue parole, pure io non credo che il sig. Lippmann intenda veramente dir ciò; infatti così operando, sopratutto se la corrente primaria non è molto debole; si capisce bene che lo strato di zinco depositato debba esser causa di una polarizzazione, che a circuito aperto, secondo i casi, potrà durare, non solo per parecchi minuti, ma anche per un tempo assai più lungo e le mie esperienze mostrano anche questo (tav. terza pag. 283); dipiù in tal caso il catodo di rame nella stessa soluzione, aggiunta di un po' di sale di rame, dovrebbe esser trattato identicamente, cioè sottoposto all'azione di una corrente della stessa intensità e per l'istesso tempo che nello altro caso. La sua polarizzazione però allora non solo sarebbe sensibile per una frazione di secondo ma anche per parecchi minuti e sparirebbe lentamente a causa del rame, che alla superficie si sostituisce allo zinco elettrolitico.

È vero che io ho osservato essere la polarizzazione più duratura (non l'elettrodo più polarizzabile) se si sottopone parecchie volte all'azione della corrente senza ripulirlo ed aspettando che la polarizzazione prodotta ciascuna volta fosse sparita; ma ciò non dipende dalla formazione dell'invisibile strato di sale di rame, e per spiegar questo fatto non bisogna dimenticare che ciò avveniva lasciando il liquido perfettamente in riposo e che bastava agitarlo perchè non solo la polarizzazione non fosse più, ma anzi diventasse meno duratura di quella che si avea nel caso che l'elettrodo fosse

tasto subito prima ripulito ed immerso nel liquido non agitato; mentre inversamente l'agitazione facilitando l'allontanamento del supposto sale di rame avrebbe dovuto anche essere favorevole al prolungarsi della polarizzazione del catodo.

3°. Se io non ho esaminato l'azione dei sali di argento sull' argento, come fa rilevare il signor Lippmann, l'ho fatto perchè non dubitavo, come non dubito, di dover trovare, conformemente ai risultati del sig. Lippmann stesso, che i sali d'argento sono quelli che in una soluzione acida o salina qualunque meglio di qualsiasi altro sale depolarizzano il catodo di argento. Ma ciò non prova nulla nella nostra controversia. Però per l'argento ho trovato che, adoperandolo come catodo in una soluzione di zinco, viene depolarizzato per la presenza di una piccola quantità di sale di rame con la stessa facilità, con la quale nelle *stesse* condizioni vien depolarizzato un catodo di rame, e tanto più energicamente quanto maggiore è la quantità del sale di rame in presenza. Il quale fatto mi pare molto più interessante anzi decisivo nella nostra quistione.

4°. In quanto ai risultati da me ottenuti col cobalto, che la presenza cioè del suo proprio sale in una soluzione salina qualunque lo depolarizzi difficilmente, crede il Lippmann possano dipendere da una alterazione rapida della superficie di questo metallo. Egli aggiunge quindi che bisogna operar presto, cioè in un tempo più breve di un minuto, dacchè la superficie è stata preparata per via galvanoplastica, e che il metodo galvanometrico da me impiegato mi avrebbe difficilmente permesso di operar tanto rapidamente.

Anzi tutto l'alterazione rapida della superficie del cobalto non so come possa dimostrarsi. Io ho riveduto ora, vale a dire dopo un anno e mezzo, l'elettrodo di cobalto adoperato nelle mie esperienze e conservato senza nessuna cura speciale e l'ho trovato con la superficie ancora perfettamente lucida e specchiante.

Inoltre, come è detto a pag. 295 del mio lavoro, prima di ciascuna misura il cobalto era strofinato lungamente con una pelle di daino e smeriglio finissimo, che avrebbe dovuto

allontanare quest' ossido invisibile lasciando la superficie pura.

Qualunque alterazione della superficie del resto, se questa fosse stata dallo smeriglio ripulita incompletamente sarebbe stata causa di risultati incerti e discordanti, mentre al contrario tra i diversi metalli da me cimentati fu il cobalto quel che mi diede dei risultati perfettamente concordanti nelle diverse misure, come è detto a pag. 295.

Il tempo poi che intercedeva tra l' istante in cui si finiva di ripulire l' elettrodo di cobalto e la misura, come sopra è detto, era assai piccolo ed inferiore ad un minuto. Però è appunto in tal caso che non si manifestava la virtù depolarizzante dei sali di cobalto, la quale si fa apprezzabile invece (quantunque sempre debole) sol quando il tempo trascorso tra la misura e l' istante in cui avveniva la polarizzazione diventava molto maggiore.

5°. Se alcuni fisici tra i quali l' Helmholtz, han fatto un paragone tra il voltametro polarizzato ed il condensatore nessuno per quanto io sappia ha mai sostenuto, che il *lavoro elettrico impiegato a produrre la polarizzazione sia immagazzinato, non sotto forma di energia chimica, ma sotto forma di energia elettrica come in un condensatore;* ed è sola questa ipotesi che io combatto in tesi generale, ammettendo del resto non solo il semplice paragone tra il voltametro ed il condensatore, ma che possano esservi dei casi in cui veramente il primo si comporti come il secondo; la qual cosa, mi pare, di aver detto nettamente nelle ultime righe del mio lavoro.



SOPRA I CALORI SPECIFICI DELLE SOLUZIONI SALINE; STUDIO SPERIMENTALE DEL DOTT. STEFANO PAGLIANI. (NOTA SECONDA).

In una nota precedente aveva occasione di esporre il metodo da me adoperato per la determinazione del calore specifico delle soluzioni saline ed i risultati ottenuti nello studio delle soluzioni dei solfati di sodio, di magnesio e di rame. Nella presente nota mi propongo di esporre alcune relazioni interessanti che si deducono dai dati già conosciuti sui sali minerali, ed i risultati che ottenni per le soluzioni dei sali di sodio degli acidi formico, acetico, propionico, butirrico e valerico normali.

Nella nota precedente, parlando dei risultati generali ai quali avevano condotto le ricerche anteriori, diceva come Berthelot e Marignac andassero d'accordo nello spiegare la diminuzione del calore specifico delle soluzioni saline in confronto di quello dei componenti ammettendo l'esistenza di idrati definiti e dissociati nelle soluzioni, ma che però non si sapeva nulla sopra la natura di questi idrati. Mi parve che il miglior modo di venire a qualche indicazione intorno a quest'ultima questione si fosse di confrontare i calori molecolari delle soluzioni saline coi calori molecolari dei sali relativi tanto allo stato anidro, come a diversi gradi di idratazione, cioè uniti con un diverso numero di molecole di acqua di cristallizzazione. Questo confronto mi conduceva al risultato, che, mentre il calore molecolare delle soluzioni dei sali minerali è in generale inferiore alla somma dei calori molecolari del sale anidro e dell'acqua aggiunta, esso si mostra invece uguale alla somma dei calori molecolari del sale ad un dato grado di idratazione e dell'acqua aggiunta ad esso; il grado di idratazione dipendendo specialmente dalla natura del sale e dalla concentrazione della soluzione. Non credo superfluo di citare qui dei prospetti che mostrano il confronto fatto per sette sali, dei quali solo si

conoscono bene i dati necessarii, e tutti provano il fatto enunciato. Essi sono, i solfati di magnesio, di rame, di zinco, di manganese, di nickel, di ferro ed il cloruro di calcio. I valori per i calori specifici dei sali solidi a diverso grado di idratazione per i solfati ho desunto da un accurato lavoro di C. Pape (*Pogg. Ann.* 120, 1863) per il cloruro di calcio dai risultati di Person (*Ann. de Chim. et Phy,* (3). 27, 1849). I valori per le soluzioni sono quelli di Thomsen (*Pogg. Ann.* 142, 1871), Marignac (*Arch. des Scienc. Phys. et Nat.* 1876), e miei per i solfati di magnesio e di rame, di Marignac per i solfati di zinco, manganese e nickel, e per il cloruro di calcio, di Thomsen per il solfato ferroso.

Nelle tabelle seguenti nella prima colonna si ha il numero delle molecole d'acqua per una molecola del sale anidro, nella seconda il calore specifico trovato, nella terza il peso molecolare del sale o della soluzione, nella quarta il calore molecolare dedotto dall'esperienza, nella quinta e nelle successive la differenza fra il calore molecolare calcolato, prendendo per punto di partenza un idrato del sale od una soluzione, il cui numero di molecole d'acqua per una molecola di sale anidro è indicata dall'indice apposto alla lettera *d*, e il calore molecolare trovato. Il calore molecolare per i sali a 1, 2, 5, 7 molecole d'acqua fu calcolato prendendo il calore molecolare dell'acqua allo stato solido, che si sa essere la metà di quello che ha allo stato liquido, cioè 9.

Solfato di Magnesio — $MgSO^4 + nH^2O$

n	c	P	C_t	d_0	d_1	d_7	d_{20}	d_{25}	d_{35}	d_{40}	d_{50}	d_{100}
0	0,224	120	26, 9									
1	0,264	120+18	36, 4	0								
7	0,407	120+126	100	—10	—10							
20	0,750	120+360	360	+27	+18	—26						
25	0,801	120+450	457	+20	+11	—33	—7					
35	0,815	120+630	611	+46	+37	—7	+19	+26				
40	0,832	120+720	699	+48	+39	—5	+21	+28	+2			
50	0,862	120+900	878	+49	+40	—4	+22	+29	+3	+1		
100	0,917	120+1800	1761	+66	+57	+13	+39	+46	+20	+18	+17	
200	0,952	120+3600	3541	+86	+77	+33	+59	+66	+40	+38	+37	+20

Vediamo da questa tabella che se si calcola il calore molecolare, prendendo per punto di partenza il sale anidro, si hanno sempre per le soluzioni dei valori superiori al vero; ma se invece si parte da un idrato del sale, si possono avere per tutte le soluzioni dei valori, la cui differenza dal valor vero sta nei limiti degli errori di esperienza. Sembra che per le soluzioni più concentrate, che contengono meno di 35 mol. d'acqua, si debba prendere per punto di partenza non il sale a 7 H^2O, ma un idrato inferiore. Per le altre invece serve come punto di partenza il sale a 7 H^2O e la loro composizione si può esprimere colle seguenti formole:

Soluzione contenente per 120 p. di sale anidro:

»	630	p. d'acqua	$MgSO^4, 7H^2O + 28H^2O$
» a	720	»	$MgSO^4, 7H^2O + 33H^2O$
» a	900	»	$MgSO^4, 7H^2O + 43H^2O$
» a	1800	»	$MgSO^4, 7H^2O + 93H^2O$
» a	3600	»	$MgSO^4, 7H^2O + 193H^2O$

Se si costruiscono graficamente i valori dei calori molecolari di queste soluzioni prendendo per ascisse i numeri delle molecole d'acqua delle soluzioni e per ordinate i calori molecolari corrispondenti, si ha una curva la quale si scosta. appena dalla linea retta e che può essere espressa colla formola: $C_n = 100 + 18\ (n-7)$.

I calori molecolari e gli specifici, calcolati per mezzo di quella formola risultano:

n	C_c	c_c	c_t	d
35	604	0,805	0,815	—0,010
40	694	0,826	0,832	—0,006
50	874	0,857	0,862	—0,005
100	1774	0,924	0,917	+0,007
200	3574	0,961	0,952	+0,009

Solfato di Rame — $Cu SO^4 + n H^2O$

n	c	P	ct	d_0	d_1	d_2	d_5	d_{50}	d_{100}	d_{200}
0	0,184	159	29,3							
1	0,202	159+18	35,7	+2						
2	0,212	159+36	41,3	+6	+4					
5	0,316	159+90	78,7	—5	—7	+11				
50	0,841	159+900	891	+34	+23	+10	—2			
100	0,908	159+1800	1780	+60	+49	+36	+9	+26		
200	0,951	159+3600	3575	+54	+43	+30	+14	+20	—6	
400	0,975	159+7200	7175	+54	+43	+30	+14	+20	—6	0

Come si vede, le più piccole differenze fra il calore molecolare calcolato e quello osservato si hanno quando si prende per termine di confronto il calore molecolare del sale $Cu SO^4 + 5 H^2O$.

Allora si può esprimere la composizione delle soluzioni sopracitate colle formole seguenti:

Soluzione contenente per 159 di sale anidro:

»		900 p. d'acqua		$Cu SO^4, 5 H^2O + 45 H^2O$
»	a	1800	»	$Cu SO^4, 5 H^2O + 95 H^2O$
»	a	3600	»	$Cu SO^4, 5 H^2O + 195 H^2O$
»	a	7200	»	$Cu SO^4, 5 H^2O + 395 H^2O$

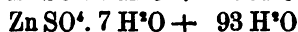
Il calore molecolare per le soluzioni di solfato di rame della concentrazione compresa fra questi limiti si potrà calcolare colla espressione $C_n = 79 + 18 (n - 5)$. I calori molecolari e specifici calcolati per le soluzioni citate risultano:

n	C_c	c_c	c_t	d
50	889	0,839	0,841	—0,002
100	1789	0,913	0,908	+0,005
200	3589	0,955	0,951	+0,004
400	7189	0,977	0,975	+0,002

Solfato di Zinco — $ZnSO^4 + nH^2O$

n	c	P	C_t	d_0	d_1	d_2	d_7	d_{50}	d_{100}
0	0,174	161	28,1						
1	0,202	161+18	36,2	+1					
2	0,224	161+36	44,1	+2	+1				
7	0,329	161+126	94,4	—3	—4	—6			
50	0,842	161+900	894	+34	+24	+18	—26		
100	0,911	161+1800	1786	+42	+32	+22	—18	—8	
200	0,952	161+3600	3582	+46	+36	+26	—14	—12	—4

Si potrà esprimere la composizione di queste soluzioni di solfato di zinco colle formole:


$$ZnSO^4 . 7H^2O + 43H^2O$$

$$ZnSO^4 . 7H^2O + 93H^2O$$

$$ZnSO^4 . 7H^2O + 193H^2O .$$

Il calore molecolare si potrà calcolare colla espressione:

$$C_n = 94 + 18 (n - 7).$$

I calori molecolari e specifici calcolati così risultano:

n	C_c	c_c	c_t	d
50	868	0,842	0,842	—0,024
100	1768	0,902	0,911	—0,009
200	3568	0,949	0,952	—0,003

Faccio notare la maggior differenza per la suluzione a 50 H^2O. La credo però affatto accidentale o dovuta a ciò che quel calore specifico si riferisce a limiti di temperatura fra 20° e 52°; secondo le osservazioni di Marignac, quantunque in generale il calore specifico delle soluzioni varii poco colla temperatura, tuttavia per le soluzioni a 50 H^2O le variazioni sarebbero abbastanza notevoli per certi sali. Così per il solfato di rame aumenterebbe di 0,011 passando dai limiti di temperatura 18° — 23° ai limiti 22° — 53°.

Solfato Manganoso — $MnSO^4 + nH^2O$

n	c	P	C_t	d_0	d_5	d_{50}	d_{100}
0	0,182	151	27,5				
5	0,338	151+90	81,4	—9			
50	0,844	151+900	887	+40	+4		
100	0,912	151+1800	1779	+48	+12	+9	
200	0,953	151+3600	3575	+52	+16	+12	+4

La composizione di queste soluzioni si potrà esprimere colle formole:


$MnSO^4 . 5H^2O + 45H^2O$


$MnSO^4 . 5H^2O + 95H^2O$


$MnSO^4 . 5H^2O + 195H^2O$.

Il calore molecolare si potrà calcolare dall'espressione:

$$C_n = 81 + 18\,(n-5).$$

I calori molecolari e specifici calcolati risultano:

n	C_c	c_c	c_t	d
50	891	0,848	0,844	+0,004
100	1791	0,918	0,912	+0,006
200	3591	0,957	0,953	+0,004

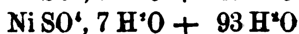
Solfato di nickel. — Siccome Pape dà egli stesso soltanto come approssimati i valori per il calore specifico del solfato di nickel anidro e di quello ad 1 mol. d'acqua, stabilirò solo il confronto col calore molecolare del sale a 7 H^2O.

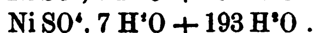
Nella tabella si trovano pure iscritti i calori specifici calcolati.

n	*ct*	P	C_t	C_c	*d*	c_c	*d*
7	0,341	155+126	96	96			
50	0,837	155+900	883	870	—13	0,825	—0,012
100	0.910	155+1800	1779	1770	—9	0,905	—0,005
200	0,951	155+3600	3571	3570	—1	0,951	0

La composizione delle soluzioni citate di solfato di nickel si potrà esprimere colle formole:


$NiSO^4, 7 H^2O + 43 H^2O$


$NiSO^4, 7 H^2O + 93 H^2O$


$NiSO^4, 7 H^2O + 193 H^2O$.

I calori molecolari si potranno calcolare secondo l'espressione:

$$C_n = 96 + 18 (n—7).$$

Solfato Ferroso — $FeSO^4 + n H^2O$

n	*ct*	P	C_t	C_c	*d*	c_c	*d*
7	0,356	152+126	99	99			
200	0,951	152+3600	3568	3573	+5	0,952	+0,001

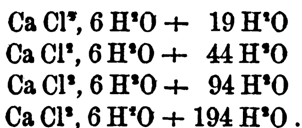
La composizione di questa soluzione si potrà esprimere con


$Fe SO^4, 7 H^2O + 193 H^2O$

Cloruro di Calcio — $Ca Cl^2 + n H^2O$

n	*ct*	P	C_t	C_c	*d*	c_c	*d*
6	0,345	111+108	75,5	75			
10	0,618	111+180	180	147	—33		
15	0,674	111+270	257	237	—20		
25	0,754	111+450	423	417	—6	0,744	—0,010
50	0,851	111+900	860	867	+7	0,858	+0,007
100	0,915	111+1800	1749	1767	+18	0,924	+0,009
200	0,955	111+3600	3546	3567	+21	0,961	+0,006

La composizione delle soluzioni di cloruro di calcio a più di 25 H^2O si potrà esprimere colle formole analoghe a queste:



$$Ca\,Cl^2, 6\,H^2O + 19\,H^2O$$
$$Ca\,Cl^2, 6\,H^2O + 44\,H^2O$$
$$Ca\,Cl^2, 6\,H^2O + 94\,H^2O$$
$$Ca\,Cl^2, 6\,H^2O + 194\,H^2O\,.$$

Il loro calore molecolare si potrà calcolare coll'espressione:

$$C_n = 75 + 18\,(n-6).$$

Ho pure calcolato in modo analogo i calori molecolari delle soluzioni di quei sali che cristallizzano allo stato anidro, come cloruro di sodio, di potassio ecc. partendo dal calore molecolare del sale solido. Ma per questi, eccetto che per le soluzioni a 10 o meno di 10 H^2O i valori calcolati sono sempre superiori agli sperimentali e la differenza è tanto più grande quanto maggiore è la diluizione.

Dai suesposti confronti mi sembra si possa inferire che il calore molecolare, e quindi specifico, di una soluzione salina si può calcolare con molta approssimazione partendo dal calore molecolare di un idrato definito nel sale allo stato solido. Il grado di idratazione è differente a seconda della natura dei sali e della concentrazione delle soluzioni. Per i sali che cristallizzano con un certo numero di molecole di acqua di cristallizzazione, l'idrato da prendersi per punto di partenza per le soluzioni più diluite (a 35 H^2O e più) sarebbe quello che si forma per cristallizzazione alla temperatura ordinaria, per le più concentrate un idrato inferiore. Per i sali che cristallizzano allo stato anidro i dati sperimentali, che possediamo, non ci permettono per ora di precisare quale sia l'idrato salino fondamentale nelle loro soluzioni. Questi dati ci dicono semplicemente che, se si calcolano i calori molecolari delle soluzioni sommando quello del sale anidro con quello dell'acqua aggiunta, si hanno valori superiori al vero, e si potranno però ridurre a questo se si ammette che non tutta

l'acqua sia unita al sale come semplice solvente, ma una parte sia unita chimicamente, allo stato cioè di acqua di cristallizzazione. Si potrebbe dedurre la composizione dell'idrato fondamentale di queste soluzioni appoggiandosi sulla legge di Person, la quale stabilisce che il calore molecolare di un idrato è assai approssimativamente la somma di quelli del corpo anidro e dell'acqua solida, legge che si verifica generalmente, come si può vedere, anche dai sali sopra citati.

Noi potremo quindi paragonare la costituzione delle soluzioni saline con quella delle leghe quando si supponga che nelle soluzioni si abbia il sale ad un dato grado di idratazione unito fisicamente con un dato numero di molecole di acqua. Difatti se indichiamo con c_n, P_n il calore specifico e il peso molecolare della soluzione, con c_a, P_a le stesse quantità per il sale idrato e con $P_{n'}$ il peso dell'acqua aggiunta ($P_n = P_{n'} + P_a$) avremo la relazione $c_n P_n = c_a P_a + P_{n'}$ donde $c_n = \frac{c_a P_a + P_{n'}}{P_a + P_n}$ relazione analoga a quella data da Regnault per le leghe.

Sembra dunque che ogni qualvolta un sale anidro o idrato si scioglie nell'acqua si combini con una certa quantità di acqua in modo da trasformarsi in un idrato definito e che ogni molecola di questo stia poi unita fisicamente nella soluzione ad un dato numero di molecole d'acqua. E questa era anche presso a poco l'ipotesi di Berthelot e Marignac, i quali però per nessuna soluzione diedero indizi sulla natura del sale idrato definito.

Sembra poi che le molecole del sale idrato non facciano che interporsi fra le molecole dell'acqua senza cambiare il loro calore specifico, allo stesso modo che, secondo la legge di Woëstyn, l'atomo del corpo semplice conserva nel corpo composto in cui si introduce il proprio calore specifico. È del resto quello un concetto che sta in intimo rapporto con l'altro che nell'atto della soluzione di un sale anidro nell'acqua avvenga, come lo attesta lo sviluppo di calore, una combinazione chimica propriamente detta, una combinazione atomica, fra gli atomi che compongono le molecole del sale e quelli

che compongono un certo numero di molecole d'acqua, e che questa combinazione rimanga poi sciolta nell'acqua. Secondo l'ipotesi di Friedel l'acqua di cristallizzazione si fisserebbe sui sali per le valenze supplementari dell'ossigeno che tende a diventare tetravalente. Dalle esperienze di Rüdorff e Coppet sopra la congelazione delle soluzioni sature risulterebbe poi che la combinazione coll'acqua di cristallizzazione persiste nella soluzione.

Una prova indiretta, direi quasi, che la diminuzione del calore specifico nelle soluzioni per rispetto a quelli del sale anidro e dell'acqua aggiunta è dovuta ad una combinazione chimica che si forma, si ha nel fatto che nelle soluzioni di corpi, i quali non agiscono fra di loro, il calore specifico del miscuglio è uguale alla somma dei suoi componenti: bromo e solfuro di carbonio, jodo e solfuro di carbonio (Marignac), solfuro di carbonio e cloroformio, benzina e solfuro di carbonio, benzina e cloroformio (Scüller). Sarebbero interessanti delle determinazioni di calore specifico di soluzioni alcooliche di sali, non capaci di formare combinazioni con alcool e di sali capaci di queste combinazioni.

Potremo adunque considerare la soluzione salina come un aggruppamento di una molecola di un sale idratato con un determinato numero di molecole d'acqua, e quello che si chiamò finora calore molecolare della soluzione chiamarlo *equivalente in acqua* della soluzione (prodotto della somma del peso molecolare del sale idratato e di quello dell'acqua aggiunta per il calore specifico della soluzione riferito alla unità di peso).

Il grado di idratazione dell'idrato salino fondamentale di una soluzione dipende specialmente dalla natura del sale e dalla concentrazione della soluzione. Deve però anche dipendere dalla temperatura. Devo notare infatti che i calori specifici tanto dei sali come delle soluzioni, sui cui valori ho fondato le mie conclusioni, furono determinati a temperatura ordinaria o poco differente da essa, ed il sale idratato dal cui calore molecolare si doveva partire è quello appunto che cristallizza alla temperatura ordinaria. Il solfato di magnesio

cristallizza a 0° con 12 H^2O, alla temperatura ordinaria con 7 H^2O. Il solfato di zinco cristallizza a 40°—50° con 5 H^2O, a 30° con 6 H^2O, alla temperatura ordinaria con 7 H^2O, a 0° con 4 H^2O e 7 H^2O. Il solfato manganoso fra 0° e 6° cristallizza con 7 H^2O, fra 7° e 20° con 5 H^2O, fra 20° e 30° con 4 H^2O, ecc. Per temperature molto differenti dalla ordinaria si dovrà probabilmente calcolare l'equivalente in acqua delle soluzioni per mezzo del calore molecolare di sali a un differente grado di idratazione; ammettere cioè che esistano in esse altri idrati definiti. Mi propongo di ritornare sopra l'argomento dopo altre esperienze.

Non nascondo che mi si potrebbe obbiettare di aver fondato le mie conclusioni specialmente sopra i valori ottenuti da Pape per i solfati, mentre esistono valori di Kopp, i quali differiscono da quelli e che potrebbero condurre a conclusioni diverse. Faccio tosto osservare che, considerando i metodi adoperati da Pape e da Kopp, ho potuto convincermi che, quantunque amendue si riducano al metodo delle mescolanze, le condizioni per i sali idrati erano migliori nel primo che non nel secondo. Kopp doveva scaldare i sali nel petrolio sino a 40—50°; ora sappiamo che questi sali idratati in queste condizioni possono facilmente subire una disidratazione. Il solfato di rame cristallizzato p. es. nell'aria secca a 15° perde già due molecole d'acqua. Pape invece introduceva un dato peso di rame riscaldato in una data quantità di essenza di trementina, nella quale stava immerso il sale; qui l'aumento di temperatura era certamente assai piccolo e non poteva produrre disidratazione.

Solfato di Sodio. — Dalle tabelle suesposte risulta poi anche come l'equivalente in acqua di una soluzione sia uguale alla somma di quelle di una soluzione data più concentrata e del peso dell'acqua aggiunta a questa. Questo risultato si estende anche al Solfato di Sodio, per il quale non si ha ancora il calore specifico del sale a 10 mol. d'acqua. Per le soluzioni a 40 e più molecole d'acqua si può calcolare l'equivalente in acqua per mezzo della formola $C_n = 727 + 18\ (n - 40)$ e quindi dedurre i calori specifici, come risulta da questa tabella:

n	C_t	C_c	d	c_t	c_c	d
40	727	727		0,843	0,843	
50	907	907	0	0,870	0,870	0
65	1170	1177	+7	0,892	0,897	+0,005
100	1792	1807	+15	0,923	0,930	+0,007
200	3589	3607	+18	0,959	0,964	+0,005
400	7195	7207	+12	0,980	0,982	+0,002

Legge di Neumann. — Ad un altro risultato interessante si arriva se si prendono ora in considerazione i calori molecolari dei sali che hanno una costituzione analoga. Neumann (*Pogg. Ann.* 23) estese la legge di Dulong e Petit sulla costanza del prodotto del calore specifico per l'equivalente anche ai corpi composti, e stabilì che in generale il prodotto suddetto è costante per tutti i corpi di costituzione chimica analoga, ma che però è diverso per le singole classi di composti chimici. Questa legge fu confermata dalle ricerche di Regnault e di Kopp, ed ora si esprime dicendo che i composti chimici che presentano costituzione atomica analoga hanno lo stesso calore molecolare. Questa legge sembra estendersi ai sali idrati che cristallizzano con un egual numero di molecole di acqua di cristallizzazione, e per i quali possiamo parlare di una costituzione atomica analoga, come anche alle soluzioni di questi sali, che hanno costituzione molecolare analoga, cioè in cui una molecola di sale idrato sta unito collo stesso numero di molecole d'acqua. Questo si può rilevare facilmente dai seguenti prospetti in cui nella prima colonna orizzontale sta scritto il numero di molecole d'acqua di cristallizzazione per 1 mol. di sale di anidro, e di quelle di soluzione per 1 mol. di sale idrato a 7 o 5 H^2O: nelle altre stanno scritti i calori molecolari ed equivalenti trovati con accanto le differenze fra il calore specifico calcolato dal loro medio per ogni sale o soluzione e quello trovato:

Sali che cristallizzano alla temperatura ordinaria con 7 mol. d' acqua

	0 H^2O	1 H^2O	7 H^2O	*d*	43 H^2O	*d*	93 H^2O	*d*	193 H^2O	*d*
Solfato di Magnesio	27	36	100	—0,013	878	+0,005	1761	+0,007	3541	+0,006
» Nickel			96	+0,004	883	+0,001	1779	0	3571	—0,001
» Zinco	28	36	94	+0,008	894	—0,008	1786	—0,006	3582	—0,004
Medii	27,5	36	97		885		1775		3565	

Sali che cristallizzano alla temperatura ordinaria con 5 mol. d' acqua.

	0 H^2O	*d*	5 H^2O	*d*	43 H^2O	*d*	93 H^2O	*d*	193 H^2O	*d*
Solfato di Rame	29,3	—0,006	79	+0,015	891	—0,001	1780	0	3575	0
» Manganes.	27,5	+0,006	81	—0,006	887	+0,001	1779	0	3575	0
Medii	28,4		80		889		1779,5		3575	

Soluzioni di sali organici.

I sali organici studiati sono i sali di sodio dei primi cinque acidi normali della serie $C^n H^{2n} O^2$. Questi sali provenivano in origine dalla fabbrica del Kahlbaum di Berlino. Prima di adoperarli mi sono accertato della loro purezza per mezzo dell'analisi del sale di argento, ed ho avuti risultati molto soddisfacenti. Le soluzioni furono ottenute preparandone direttamente una concentrata e diluendo poi convenientemente questa. Si ebbe pure cura di verificare direttamente il titolo delle soluzioni.

I dati e risultati delle determinazioni dei calori specifici si trovano inscritti nelle seguenti tabelle. In esse

a_2 a_1 sono gli equivalenti delle parti bagnate nei due calorimetri.
P_1 P_2 sono il peso dell'acqua e quello della soluzione.
t_1 t_1' sono le temperature iniziale e finale nel calorimetro con acqua.
t_2 t_2' sono le temperature corrispondenti nell'altro.
θ_1 θ_2 sono gli aumenti di temperatura prodotti nell'acqua e nella soluzione.
c il calore specifico osservato.

Siccome per la maggior parte di queste determinazioni ho adoperato calorimetri un po' più grandi di quelli usati nella serie precedente, così per queste si adoperarono sempre 15 gr. di acqua e non si è inserito nelle tabelle il valore di P_1. In alcune determinazioni per l'acetato di sodio ho adoperato gli antichi calorimetri, essendo esse state fatte per prime. In esse la quantità di acqua adoperata fu di 12 gr. e si trova così inserito il valore di P_1 per le determinazioni dell'acetato di sodio. Così il rapporto fra le resistenze dei due fili fu per il maggior numero di determinazioni $\rho = 1,034$ e non venne inserito nelle tabelle eccetto che per alcune determinazioni per l'acetato di sodio, in cui era diverso.

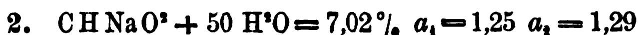
Soluzioni di Formiato di Sodio.



1. $CHNaO^2 + 25\ H^2O = 13{,}12\ \%$ $a_1 = a_2 = 1{,}29$

$P_1 = 15{,}00$ $\rho = 1{,}034$

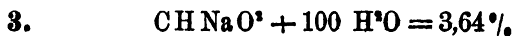
N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	c
50	16,634	15°,62	17°,36	15°,66	17°,38	1°,74	1°,72	0,878
51	16,634	15, 62	17, 47	15, 59	17, 43	1, 85	1, 84	0,875
52	16,634	15, 61	17, 46	15, 68	17, 52	1, 85	1, 84	0,877
							Medio fra 15° e 18°	0,876



2. $CHNaO^2 + 50\ H^2O = 7{,}02\ \%$ $a_1 = 1{,}25$ $a_2 = 1{,}29$

$P_1 = 15{,}00$ $\rho = 1{,}034$

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	c
53	16,110	15, 33	16, 98	15, 39	17, 00	1, 65	1, 61	0,920
54	16,110	15, 42	17, 23	15, 38	17, 11	1, 81	1, 73	0,939
55	16,110	15, 51	17, 15	15‘ 46	17, 04	1, 64	1, 58	0,935
							Medio fra 15° e 18°	0,931



3. $CHNaO^2 + 100\ H^2O = 3{,}64\ \%$

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	c
56	15,570	15, 93	17, 70	15, 82	17, 51	1, 77	1, 69	0,972
57	15,570	16, 05	17, 85	15, 73	17, 46	1, 80	1, 73	0,968
58	15,825	15, 54	17, 44	15, 38	17, 21	1, 90	1, 83	0,951
							Medio fra 15° e 18°	0,964

Soluzioni di acetato di Sodio.

1. $C^2H^3NaO^2 + 15\ H^2O = 23,29\%$ $a_1 = 1,06$ $a_2 = 1,13$

N°	P_1	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	ρ	c
59	12,00	13, 840	15°,90	18°,31	16°,00	18°,61	2°,41	2°,61	0,923	0,862
60	12,00	13, 840	16, 19	17, 50	16, 24	17, 64	1, 31	1, 40	»	0,875
61	12,00	13, 840	16, 11	17, 33	16, 27	17, 89	1, 22	1, 62	»	0,877

Medio fra 16° e 19° 0,871

2. $C^2H^3NaO^2 + 25\ H^2O = 15,41\%$ $a_1 = 1,06$ $a_2 = 1,13$

62	12,00	13, 195	16, 00	17, 28	16, 16	17, 50	1, 28	1, 34	0,966	0,891
63	12,00	13, 195	16, 22	17, 47	16, 25	17, 55	1, 25	1, 30	»	0,896

$a_1 - a_2 = 1,29$

64	15,00	16, 990	16, 12	17, 56	16, 40	17, 77	1, 44	1, 37	1,034	0,895
65	15,00	16, 990	15, 99	15, 97	17, 29	17, 21	1, 30	1, 24	1,034	0,894

Medio fra 16° e 18° 0,895

3. $C^2H^3NaO^2 + 50\ H^2O = 8,35\%$ $a_1 = 1,06$ $a_2 = 1,13$

66	12,00	12, 335	16, 43	17, 65	16, 77	18, 06	1, 22	1, 29	0,966	0,948

$a_1 = a_2 = 1,29$

67	15,00	15, 580	15, 81	17, 07	15, 82	17, 08	1, 26	1, 26	1,034	0,931
68	15,00	15, 580	15, 88	17, 33	15, 86	17, 28	1, 45	1, 42	1,034	0,948

Medio fra 15° e 18° 0,942

4. $C^2H^3NaO^2 + 100\ H^2O = 4,35\%$ $a_1 = a_2 = 1,29$

69	15,00	15, 250	16, 34	17, 64	16, 23	17, 49	1, 30	1, 26	1,034	0,976
70	15,00	15, 250	16, 33	17, 64	16, 21	17, 48	1, 31	1, 27	»	0,980
71	15,00	16. 030	15, 62	17, 22	15, 78	17, 36	1, 60	1, 58	»	0,976
72	15,00	16, 030	15, 72	17, 76	15, 70	17, 61	2, 04	1, 91	»	0,966

Medio fra 15° e 18° 0,974

Confronto fra i risultati di Thomsen, di Marignac e miei.

n	Thomsen	Marignac	trovati
15			0,871
20	0.884		
25		0,903	0,895
50	0,938	0,941	0,942
100	0,965	0,964	0,974

Soluzioni di propionato sodico.

1. $C^3H^5NaO^2 + 25\ H^2O = 17,58\ \%$ $a_1 = 1,25$ $a_2 = 1,29$
$P_1 = 15,00$ $\rho = 1,034$.

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	c
73	16,550	15°,58	17°,25	15°,70	17°,28	1°,67	1°,58	0,923
74	16,365	15, 41	17, 10	15, 21	16, 84	1, 69	1, 63	0,916
75	16,365	15, 32	16, 92	15, 26	16, 79	1, 60	1, 53	0,930
							Medio fra 15° e 18°	0,923

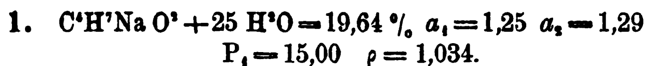
2. $C^3H^5NaO^2 + 50\ H^2O = 9,63\ \%$

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	c
76	16,130	15, 67	17, 25	15, 94	17, 43	1, 58	1, 49	0,956
77	16,130	15, 80	17, 57	15, 74	17, 41	1, 77	1, 67	0,952
78	16,130	15, 93	18, 03	15, 85	17, 82	2, 10	1, 97	0,957
							Medio fra 15° e 18°	0,955

3. $C\ H^5NaO^2 + 100\ H^2O = 5,06\ \%$

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	c
79	15,525	15, 05	16, 60	15, 28	16, 76	1, 55	1, 48	0,984
80	15,525	15, 28	17, 25	15, 26	17, 13	1, 97	1, 87	0,982
81	15,525	15, 50	17, 23	15, 42	17, 09	1, 73	1, 67	0,970
							Medio fra 15° e 18°	0,978

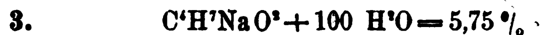
Soluzione di Butirrato di Sodio.


1. $C^4H^7NaO^2 + 25\,H^2O = 19{,}64\,\%$ $a_1 = 1{,}25$ $a_2 = 1{,}29$
$P_1 = 15{,}00$ $\rho = 1{,}034$.

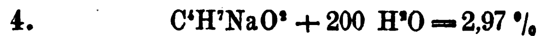
n	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ^2	c
82	16,548	16, 30	17, 92	16, 22	17, 73	1, 62	1, 51	0,941
83	15,890	16, 04	17, 79	15, 94	17, 65	1, 75	1, 71	0,933
84	15,969	15, 02	16, 79	15, 01	16, 72	1, 77	1, 71	0,937
					Medio fra 15° e 18°			0,937


2. $C^4H^7NaO^2 + 50\,H^2O = 10{,}88\,\%$

85	15,700	15, 46	17, 25	15, 44	17, 16	1, 79	1, 72	0,958
86	15,805	15, 18	17, 00	15, 23	16, 96	1, 82	1, 73	0,968
87	15,957	15, 46	17, 07	15, 49	17, 04	1, 61	1, 55	0,955
88	15,700	14, 86	16, 34	14, 90	16, 02	1, 48	1, 42	0,960
					Medio fra 14° e 18°			0,960


3. $C^4H^7NaO^2 + 100\,H^2O = 5{,}75\,\%$

89	15,524	15, 65	17, 34	15, 65	17, 26	1, 69	1, 61	0,984
90	15,524	15, 98	17, 65	15, 93	17, 51	1, 67	1, 58	0,985
91	15,524	15, 91	17, 75	15, 83	17, 57	1. 84	1, 74	0,983
					Medio fra 15° e 18°			0,984


4. $C^4H^7NaO^2 + 200\,H^2O = 2{,}97\,\%$

92	15,636	15, 80	17, 60	15, 72	17, 40	1, 80	1, 68	0,994
93	15,636	16, 06	17, 77	15, 98	17, 58	1, 71	1, 60	0,996
94	15,636	16, 20	17, 94	16, 19	17, 82	1, 74	1, 63	0,992
					Medio fra 15° e 18°			0,994

Soluzioni di Valerato di Sodio.

1. $C^5H^9NaO^2 + 50\ H^2O = 12,00\%$ $a_1 = 1,25$ $a_2 = 1,29$
$P_1 = 15.00$ $\rho = 1.034$

n	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	c
95	15,772	14, 93	16, 55	15, 00	16, 54	1' 62	1, 54	0,970
96	15,772	15, 05	16, 71	15, 02	16, 61	1, 66	1, 59	0,962

Medio fra 15° e 17° 0,966

2. $C^5H^9NaO^2 + 100\ H^2O = 6,44\%$

n	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	c
97	14,844	16, 07	17, 89	15, 98	17, 79	1, 82	1, 81	0,976
98	14,844	16, 06	17, 66	15, 97	17, 55	1, 60	1, 58	0,990
99	15,391	15, 81	17, 63	15, 81	17, 56	1, 82	1, 75	0,981

Medio fra 15° e 18° 0,982

3. $C^5H^9NaO^2 + 200\ H^2O = 3,33\%$

n	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	c
100	15,100	14, 48	16, 20	14, 80	16, 46	1, 72	1, 66	0,993
101	15,100	15, 02	16, 68	15, 11	16, 71	1, 66	1, 60	0,993
102	15,350	15, 93	17, 74	15, 70	17, 43	1, 81	1, 73	0,990

Medio fra 14° e 18° 0,992

Per queste soluzioni non si possono istituire dei confronti fra i loro equivalenti in acqua e quelli dei sali anidri o idrati, perchè non si posseggono per ora i dati necessari.

Però anche qui si può calcolare l'equivalente in acqua e quindi il calore specifico delle soluzioni per mezzo di formole assai semplici. Si può così partendo dall'equivalente della soluzione a 25 H^2O calcolare gli equivalenti delle soluzioni più diluite sommando con quello il peso dell'acqua aggiunta. Così ho fatto per questi sali.

Nella tabella seguente n è il numero delle molecole d'ac-

qua per 1 di sale anidro; c_t e c_c sono il calore specifico trovato e il calcolato; C_t e C_c sono l'equivalente trovato e il calcolato dalle formole soprascritte.

Formiato di Sodio.


$CHNaO^2 + nH^2O \quad C_n = 454 + 18\,(n-25)$

n	c_t	P	C_t	C_n	d	c_c	d
25	0,876	68+450	454	454			
50	0,931	68+900	901	904	+3	0,934	+0,003
100	0,964	68+1800	1801	1804	+3	0,966	+0,002

Acetato di Sodio.


$C^2H^3NaO^2 + nH^2O \quad C_n = 478 + 18\,(n-25)$

25	0,899	82+450	478	478			
50	0,942	82+900	925	928	+3	0,945	+0,003
100	0,968	82+1800	1822	1828	+6	0,971	+0,003

Propionato di Sodio.


$C^3H^5NaO^2 + nH^2O \quad C_n = 504 + 18\,(n-25)$

25	0,923	96+450	504	504			
50	0,955	96+900	951	954	+3	0,958	+0,003
100	0,978	96+1800	1854	1854	0	0,978	0

Butirrato di Sodio.


$C^4H^7NaO^2 + nH^2O \quad C_n = 525 + 18\,(n-25)$

25	0,937	110+450	525	525			
50	0,960	110+900	970	975	+5	0,965	+0,005
100	0,984	110+1800	1869	1875	+4	0,982	—0,002
200	0,994	110+3600	3688	3675	+3	0,991	—0,003

Valerato di Sodio.



$C^5H^9NaO^2 + n H^2O. \quad C_n = 983 + 18\,(n-50).$

n	c_t	P	C_t	C_n	d	c_c	d
50	0,966	110+900	983	983			
100	0,982	110+1800	1889	1883	—6	0,979	—0,003
200	0,992	110+3600	3699	3683	—16	0,989	—0,003

Omologia. — Si possono qui stabilire dei confronti fra gli equivalenti in acqua delle soluzioni di questi sali omologhi per vedere quale variazione porti nel valore dell' equivalente la differenza di un gruppo CH^2 nella composizione del sale.

I valori citati sono quelli calcolati.

	$25\,H^2O$	Δ CH^2	$50\,H^2O$	Δ CH^2	$100\,H^2O$	Δ CH^2	$200\,H^2O$	Δ CH^2
$CHNaO^2$	454		904		1804			
$C^2H^3NaO^2$	478	24	928	24	1828	24		
$C^3H^5NaO^2$	504	28	954	28	1854	28		
$C^4H^7NaO^2$	525	21	975	21	1875	21	3675	
$C^5H^9NaO^2$			983	8	1883	8	3683	8

Si vede da questa tabella che la variazione nel valore dell'equivalente per la differenza di un gruppo CH^2 in una soluzione data non è costante nella serie dei sali. Mentre per la soluzione a 50 H^2O è di 22 unità fra il formiato e l'acetato essa è di 28 unità fra l' acetato e il propionato sodico, di 21 unità fra il propionato e il butirrato, di 8 unità fra il butirrato e il valerato. Questo deve dipendere da ciò che gli idrati salini fondamentali delle soluzioni ad ugual numero di molecole di acqua hanno diverso grado di idratazione. Del

resto, si sa che mentre l' acetato di sodio cristallizza alla temperatura ordinaria con 3 molecole di acqua di cristallizzazione, il propionato con 2 H^2O, il formiato e il butirrato cristallizzano anidri; il valerato pure, quantunque difficilmente. Del resto quella incostanza è già stata pure osservata nella differenza fra i calori molecolari di altri corpi omologhi.

Si vede inoltre che gli equivalenti in acqua delle soluzioni ad un ugual numero di molecole d' acqua crescono col peso molecolare. Questo è quanto si osserva anche per i calori molecolari degli alcoli e acidi omologhi. Però le differenze per le soluzioni di due sali omologhi consecutivi sembra tendano a farsi sempre più piccole a misura che aumenta il numero degli atomi di carbonio che entrano nella molecola del sale. Cosicchè pare che si proceda verso un limite e che le soluzioni dei sali di acidi, nella cui molecola gli atomi di carbonio hanno raggiunto un certo numero, abbiano per un ugual numero di molecole di acqua un uguale equivalente termico. Da quei pochissimi dati che si hanno sui calori specifici degli alcoli e degli acidi omologhi sembra si possa dedurre una conclusione analoga. Cosicchè raggiunta una certa grandezza molecolare l'influenza del radicale alcoolico sarebbe quasi nulla. La questione merita ulteriori esperienze.

Ad un ultimo risultato si arriva ancora dalla considerazione degli equivalenti termici delle soluzioni dei sali organici. Mentre per i sali minerali si osserva che in generale l'equivalente di una soluzione è inferiore al peso dell' acqua aggiunta al sale *anidro*, per i sali organici, invece esso è sempre superiore, almeno per tutti gli acetati studiati da Marignac e per quei sali che formarono oggetto delle mie esperienze. Fanno soltanto eccezione le soluzioni di ossalato potassico che è il solo sale organico, studiato prima d'ora, oltre gli acetati. L'equivalente di queste soluzioni è inferiore al peso dell'acqua aggiunta al sale anidro. Pare che abbia influenza sopra questa differenza la quantità di idrogeno contenuta nella molecola del sale sciolto. Questa differenza va crescendo per una soluzione di un dato titolo col peso mole-

colare del sale. Non posso confermare quanto fu asserito da Thomsen che essa vada aumentando colla diluizione.

Conclusioni.

I risultati sperimentali addotti mi sembrano possano portare alle seguenti conclusioni:

1) La quantità di calore necessaria per elevare di un certo numero di gradi la temperatura della massa di una soluzione salina (sali minerali) è uguale alla somma delle quantità di calore necessaria per elevare del medesimo numero di gradi la temperatura delle masse dei suoi componenti, quando si ammetta nella soluzione l'esistenza di un idrato del sale che vi si trova disciolto, ad ogni molecola del quale starebbe aggruppato un numero definito di molecole d'acqua.

2) Il grado di idratazione del sale dipende dalla natura del sale, dalla concentrazione della soluzione e dalla temperatura. Per i sali che cristallizzano alla temperatura ordinaria con un certo numero di molecole d'acqua, il grado di idratazione sarebbe dato da questo, almeno per le soluzioni più diluite (con più di $35 H^2O$) e per temperature poco differenti dall'ordinaria.

3) L'equivalente in acqua di una soluzione è differente in generale dal peso dell'acqua sola che entra a formarla. Se si considera l'acqua aggiunta al sale anidro il valore della differenza fra il primo ed il secondo è in generale negativo per le soluzioni dei sali minerali, positivo per quelle dei sali organici. Se invece si considera l'acqua aggiunta all'idrato, allora quel valore è sempre positivo e cresce col peso molecolare.

4) L'equivalente in acqua di una soluzione e quindi il suo calore specifico riferito all'unità di peso si può in generale calcolare partendo dal calore molecolare di un idrato definito dal sale o dall'equivalente di una soluzione più concentrata.

Queste conclusioni intorno alla costituzione delle solu-

zioni saline devono essere confermate con ulteriori dati sperimentali. Di più abbiamo trovato qua e là dei problemi accessorii che meriterebbero di essere risolti. È in questa direzione che mi propongo di continuare il mio studio sperimentale.

Torino, Giugno 1881.



UNA NUOVA FORMA DI REPULSIONE ELETTRICA;
PER E. GOLDSTEIN. — (BERLINO 1880)

Sunto.

Fino a pochi anni or sono, gli studi sulla scarica elettrica si limitavano alle esperienze dei tubi di Geissler, senza occuparsi di determinare quanto i fenomeni osservati dipendessero dalle condizioni speciali delle esperienze. Dopo che i lavori di Crookes ebbero mostrato quali nuovi e importanti fenomeni si producevano, se la rarefazione del gas era spinta verso un milionesimo di atmosfera, con lo studio di quei fenomeni fu tentato di giungere a scoprire la vera natura della scarica elettrica.

Dalle proprie esperienze, Crookes fu indotto a ritenere che vi sia una nuova materia, la *materia radiante*, il cui principale carattere sarebbe il moto rettilineo, e senza urti, delle sue molecole, per tratti finiti. Queste *traiettorie libere* si manifestano al Crookes nello *spazio oscuro* che circonda il catodo, quando la scarica avviene nel vuoto estremo. La materia radiante ha la proprietà di eccitare la fosforescenza sulle pareti del tubo di scarica, ed è incapace di deviare da se stessa dalla linea retta. Se si fa passare la scarica in un tubo a V, col catodo ad un'estremità superiore e l'anodo

nel vertice comune dei due rami, soltanto il ramo in cui si trova il catodo è inondato dalla luce verde della fosforescenza, quantunque Hittorff abbia provato che nei tubi cilindrici essa luce catodica si estende sempre per tutto lo spazio, in qualunque posizione sia l'anodo, contrariamente a ciò che succede nei tubi a vuoto moderato, nei quali la posizione dell'anodo ha la maggiore importanza.

Intercettata da un corpo solido, la materia radiante ne proietta l'ombra, e mediante queste ombre si scopre che gli urti molecolari modificano la parete del recipiente in modo da diminuirle la proprietà di ritornar fosforescente a una nuova eccitazione: infatti, adoprando per corpo opaco una crocetta cernierata, se, dopo che se ne è prodotta l'ombra tenendola verticale, si fa cadere, si vede che il luogo già occupato dall'ombra diventa molto più fosforescente di quello contiguo. La modificazione del vetro dura parecchio tempo, e resiste alla fusione.

La materia radiante può mettere in moto corpi leggeri, come si osserva col mulinello e col radiometro elettrico. Anzi le palette di quest' ultimo si muovono anche se, interrompendo le comunicazioni col rocchetto d'induzione, l'anello di platino che serve da catodo si scalda al rosso con una piccola pila galvanica.

Le molecole della materia radiante sono soggette all'azione della calamita: la linea luminosa è allora incurvata come se consistesse in un filo flessibile, fisso soltanto all'estremità corrispondente al catodo, e la curvatura cresce se la velocità delle molecole è diminuita da una maggior densità del gas. Nel vuoto moderato invece, la linea luminosa è incurvata soltanto in un piccolo tratto in corrispondenza del magnete, e si conserva rettilinea in tutto il tratto rimanente.

Quando se ne impedisca il movimento, la materia radiante produce calore così intenso da rendere l'ostacolo incandescente e talvolta da fonderlo. Le sue molecole, lanciate dal catodo, si ritengono elettrizzate negativamente, ed è probabile che la loro velocità sia dovuta alla mutua repulsione fra esse e il catodo. Ma nel vuoto estremo tali molecole non

trasportano una corrente elettrica, perchè due filetti luminosi emessi dal catodo si respingono invece di attrarsi come dovrebbero fare se potessero considerarsi come due correnti parallele.

Premessi questi cenni sulla materia radiante, la cui esistenza vedremo poi esser messa seriamente in dubbio, passiamo a riassumere le ricerche del Goldstein le quali si riferiscono più specialmente ai fenomeni che si presentano nei gas estremamente rarefatti allorchè si fa variare il numero e la disposizione dei catodi, e al contegno della luce catodica così eccitata.

Il Goldstein osserva anzitutto che la luce positiva non è parte necessaria delle apparenze luminose della scarica, poichè si può fare sparire ponendo gli elettrodi ad una distanza non superiore a una lunghezza determinata. La luce negativa apparisce invece necessariamente in ogni scarica: essa pure ha una stratificazione ma i suoi strati sono costantemente 3, o secondo alcuni 4, qualunque sia la natura e la densità del gas, e la forma del vaso di scarica. Al crescere della rarefazione, lo spazio oscuro che separava la luce positiva da quella negativa sparisce affatto, e la luce negativa penetra mano a mano nello spazio occupato dalla positiva, la quale conserva la sua primitiva estensione.

Plücker e Hittorff ritennero che la luce negativa si propagasse per raggi rettilinei, intendendo per raggio catodico la linea lungo la quale l'eccitazione luminosa si propaga nel gas da un punto del catodo: e anche il Goldstein ritiene che la rettilineità dei raggi catodici si possa ammettere senza errore sensibile. In opposizione a Crookes, il Goldstein non ammette che ogni elemento del catodo irraggi soltanto ed esattamente nella direzione della sua normale: questa proprietà egli l'attribuisce soltanto agli elementi *interni* del catodo, mentre ritiene che gli elementi *degli orli* (quelli cioè che sono lungo le linee di separazione fra due superficie del catodo, le quali possono essere o no ambedue conduttrici) irraggino in ogni direzione, come lo deduce dalla forma dello strato luminoso che circonda il catodo, e dalla debole fosfo-

rescenza eccitata sulle pareti al di fuori della sezione prodotta su di esse dai piani condotti normalmente al catodo per le sue due estremità.

Dopo queste generalità, il Goldstein passa ad esporre le ricerche di cui è oggetto la memoria che riassumiamo.

Un cilindro in cui il gas è estremamente rarefatto, porta ad una sua estremità per elettrodi due fili di alluminio, paralleli all'asse e simmetrici rispetto ad esso: all'altra estremità vi è un elettrodo solo, destinato a funzionare da anodo. Se gli altri due fili si uniscono al polo negativo del rocchetto, nella luce verde della parete appariscono due grandi superficie oscure, nettamente limitate, e perfettamente congruenti. Son contornate da due rette parallele ai catodi, che corrispondentemente all'estremità libera dei catodi si chiudono in un mezzo circolo; all'altra estremità si incurvano egualmente, ma senza chiudere il mezzo circolo.

Queste superficie oscure non dipendono affatto dalla forma e posizione dell'anodo, nè dalle dimensioni e forme dello spazio in cui decorre la luce positiva, ma dipendono essenzialmente dalla posizione dei catodi. L'altezza della parte limitata dalle curve circolari, si mantiene nelle superficie oscure costantemente uguale alla larghezza della parte rettilinea, qualunque sia la lunghezza del catodo. Col variare la forma e le dimensioni dello spazio circondante i catodi, variano corrispondentemente le superficie oscure: ma sulle loro dimensioni l'influenza specifica dell'ampiezza del vaso è quasi nulla, e tutta la variazione è dovuta alla diversa distanza che hanno i catodi dalle pareti, specialmente di quello più vicino alla superficie oscura considerata. La produzione di tali fenomeni non dipende dall'uso di catodi filiformi, ma le superficie oscure variano con le forme e con le dimensioni dei catodi: quella dovuta a un catodo conico è limitata da rette divergenti.

Passando a studiare l'origine di queste superficie oscure, il Goldstein, notando che la fosforescenza eccitata da un catodo ritorto in modo da sembrare una vite finissima è fornita della corrispondente spirale luminosa, fa vedere che esse

non son dovute all'indebolimento della luce prodotta da ambedue i catodi, ma che in ciascuna manca affatto e soltanto la luce del catodo più lontano. Tal mancanza non può ascriversi all'indebolimento della luce per la distanza, perchè, nei casi studiati, sulla superficie oscura considerata dovrebbero giungere almeno i $^4/_5$ della luce emessa. Tali superficie oscure non si possono ritenere quali ombre ingrandite dei catodi, perchè se uno di questi è una laminetta tagliata a mezza luna ad una estremità, la superficie oscura corrispondente mostra una convessità opposta.

Quando la rarefazione del gas non è troppo forte, il catodo si ricopre (nell'aria) di una luce gialla, che è il *primo strato*; ma al crescere della rarefazione si presenta un *secondo strato* di luce azzurra, e i due strati si compenetrano senza escludersi a vicenda; per questa compenetrazione e per la debolezza della luce gialla, pare che il *secondo strato* sia come unico a circondare il catodo, e da ciò gli equivoci di alcuni osservatori. La forma di questo secondo strato è simile a quella della superficie oscura, ma questa non è l'ombra di quello, perchè diminuendo la distanza fra i catodi, il secondo strato, che dapprima si contraeva, invade anche l'altro catodo, e ciò non ostante le superficie oscure conservano la loro forma, quantunque varino le loro dimensioni. Nè si possono ritenere dovute alla mancanza, o alla minore intensità della fosforescenza eccitata dai raggi del secondo strato perchè adoprando 3 catodi si hanno 6 superficie oscure, invece di 3 come porterebbe l'ipotesi accennata.

Ricerche opportune hanno invece dimostrato che esse son dovute ad una deviazione dei raggi elettrici emessi da un catodo, prodotta dall'altro più vicino alla superficie oscura considerata, e perpendicolarmente al catodo stesso. Al di là del luogo di deviazione i raggi catodici posseggono di nuovo la proprietà della propagazione rettilinea, come, con opportuna disposizione dei catodi, si riconosce introducendo nel cilindro una lastra di vetro resa fosforescente col cospargerla di creta. Gli elementi degli orli producono una repulsione in tutti i sensi, e vengon deviati anche i raggi che passan vicini

al catodo senza toccarlo; ma questa deviazione decresce rapidamente con la distanza dei raggi dal catodo. Nei raggi deviati si ha poi una specie di allargamento a mo' di ventaglio, che non è dovuto ad azioni secondarie, perchè si osserva anche nelle spirali luminose dovute ad un catodo di filo ritorto.

Dopo tutto ciò si comprende come le superficie oscure vengano determinate, anche nelle loro dimensioni, quando si conosca l'angolo di cui i raggi son deviati. Quest' angolo è indipendente dall' ampiezza del tubo e dalla lunghezza dei catodi, nonchè da molte altre particolarità, e in quattro esperienze è stato trovato per esso il valore di 37°. La deviazione peraltro cresce col raggio di curvatura dell' elemento deviante nella sezione normale del catodo condotta pel raggio considerato; ma per una certa obliquità dei raggi, la deviazione cessa di avere un valore apprezzabile. Un catodo piano tanto più devia raggi ad esso paralleli, quanto maggiore è la sua estensione; ma la larghezza di 7 mill. supera già l'estensione della zona attiva.

La scoperta deviazione dei raggi catodici, vien detta dal Goldstein *deflessione*, e passando a ricercarne le leggi, egli nota che l'anodo non possiede azione deviante, ma che piuttosto attrae debolmente i raggi, nel senso che l' ombra di un filo è più stretta quando esso fa da anodo, di quando è neutro; peraltro l'anodo ha una certa azione se è in estrema vicinanza del catodo deviante: non ne ha alcuna se è vicino all' altro catodo. La deflessione non dipende nè dalla natura dei gas, nè dalla natura metallica degli elettrodi; e quando i catodi siano riuniti metallicamente, non dipende nemmeno dalla intensità della corrente. Ma notevoli cambiamenti si hanno se la corrente si divide in proporzioni diverse fra i due catodi. Se alla corrente che va al catodo deviante si fa attraversare un filo di lino, lungo molti decimetri e bagnato, la superficie oscura che esso catodo determina si deforma in modo da diventare come una linguetta sottilissima un poco slargata alle estremità; allo scemare della resistenza interposta, essa cresce, e acquista sempre più la forma delle super-

ficie oscure ordinarie. Queste superficie contratte, il Goldstein le dice *microsuperficie*; si hanno anche se i catodi sono isolati, purchè la parete esterna del tubo sia umida. Talvolta l'unione dei catodi avviene per le scariche interne dall'uno all'altro, e le microsuperficie si producono anche se il catodo deviante è coperto di ceralacca. Se un conduttore colpito dai raggi catodici si deriva a terra, la microsuperficie da esso prodotta tende a prender la forma normale.

Le superficie oscure prodotte dal catodo in cui l'intensità della corrente è maggiore, sono invece più grandi di quelle normali, e si dicono *macrosuperficie*; le loro variazioni sono opposte a quelle delle precedenti, ma mentre le microsuperficie restano visibili qualunque sia la resistenza interposta, le altre per forti resistenze spariscono.

Queste ed altre ricerche mostrano che la deflessione è determinata dal rapporto delle intensità al catodo raggiante e a quello deviante, e se si chiama *poter deflettore* di un catodo la proprietà che esso ha di produrre deviazione, *poter deflessivo* dei raggi la proprietà di esser deviati, e *rigidezza* dei raggi il valore reciproco del poter deflessivo, si trova che la rigidezza dei raggi cresce col poter deflettore dell'elemento che li emette, e che quanto più un fascio di raggi è respinto tanto minore, a condizioni rimanenti uguali, è il poter deflettore dell'elemento da cui il fascio emana. Mediante ciò si spiegano tutti i fenomeni della deflessione, colla avvertenza che i fili isolati devon ritenersi quali catodi in cui l'intensità della corrente sia debolissima.

Stante la difficoltà di eseguire misure esatte sul poter deflessivo di un debolissimo catodo e sulle macrosuperficie dovute a grandi differenze di intensità, non si è potuto stabilire la relazione precisa in cui stanno i due poteri deflettore e deflessivo; ma si trova che essi non dipendono dalla natura del catodo, perchè ogni punto della parete vitrea messo in comunicazione col suolo, funziona esso pure da catodo. Anzi la contrazione dell'ombra dovuta all'anodo, è in parte da ascriversi all'azione delle pareti, dacchè Riess e Hittorff trovarono che esse si caricano e scaricano al passaggio della corrente.

Finalmente la deviazione di un raggio diminuisce sensibilmente se nel piano della deviazione si trovano altri raggi esterni ad esso rispetto al catodo, e cresce invece notevolmente quando i catodi si avvicinano molto fra loro.

Esposti i resultati precedenti il Goldstein ricerca se la deflessione può ritenersi dovuta a forze già conosciute, o se i nuovi fenomeni debbono ripetersi da una causa nuova. E poichè la deflessione ha tutti i caratteri di una repulsione, egli esamina se possa ascriversi ad una delle tre specie conosciute di repulsione; cioè: a quella meccanica per l'urto di masse ponderabili, a quella elettrostatica, o a quella elettrodinamica.

Se si trattasse di repulsione meccanica, poichè la scarica consisterebbe nel trasporto convettivo della elettricità per mezzo delle molecole di gas caricate agli elettrodi e poi respinte, la deflessione proverrebbe dalla deviazione prodotta nei raggi catodici dall'urto meccanico delle molecole di cui sono composti. In tal caso dovrebbero esser deviati anche i raggi del catodo deviante; invece, separando con opportuno diaframma un fascio di raggi emesso da uno dei catodi (*a*), in modo che esso tagli perpendicolarmente i raggi emessi dall'altro catodo (*b*), mentre si osserva che questi ultimi vengono deviati, la fosforescenza eccitata dall'altro fascio resta immobile, sia che il diaframma sia neutro o funzioni da anodo. Helmholtz osservò che questa immobilità si spiegherebbe se la fosforescenza fosse eccitata soltanto dai raggi emessi al principio di ciascuna scarica parziale di cui si compone realmente la scarica; perchè, nell'esperienza citata il punto d'incontro dei due sistemi di raggi essendo più vicino ad (*a*) che a (*b*), potrebbe darsi che i raggi emessi da (*a*) e capaci di eccitare la fosforescenza, oltrepassassero il punto d'incontro prima che vi giungessero quelli di (*b*). Ma se ciò fosse, fra i raggi emessi da (*a*) dovrebbero esser deviati quelli emessi alla fine della scarica, mentre operando a rarefazione tale che insieme alla fosforescenza sia visibile la luce azzurra del gas, si riscontra che il fascio emesso da (*a*) resta invariato. Altre esperienze mostrano poi che se il punto d'in-

contro dei due sistemi di raggi è distante 35 mm. da (*b*) cessa la deviazione anche dei raggi emessi da (*b*); onde la deflessione non si può ritenere operata da una scambievole azione meccanica fra i raggi catodici.

Nel concetto della repulsione elettrostatica, i raggi catodici consistono in molecole di gas che, in conseguenza della carica ricevuta al catodo, operano il trasporto della elettricità nella direzione dei raggi. La deflessione consisterebbe perciò nella repulsione esercitata dalla elettricità libera della superficie di un catodo, sulla elettricità omonima delle particelle che compongono i raggi di un secondo catodo.

Contro questa ipotesi il Goldstein obietta anzitutto che secondo Warburg e Nahrwold non si potrebbe produrre nei gas una carica elettrostatica immergendovi un conduttore carico, se questo non è al calor bianco: mentre tutti i fenomeni riferiti sono stati ottenuti con catodi che non hanno mai raggiunto tal temperatura.

Di più, in quella stessa ipotesi, i due elettrodi dovrebbero avere le stesse proprietà, mentre all'anodo non si ha traccia di una scarica che abbia i caratteri della luce catodica. La differenza non può attribuirsi alla pretesa diversa facilità con cui un conduttore rigido può comunicare all'aria elettricità + o —, perchè il Goldstein ha ottenuto i fenomeni che si presentano all'anodo o al catodo senza bisogno di elettrodi metallici, unicamente con variazioni nell'ampiezza del vaso in una sezione qualunque della colonna libera del gas.

Ma pur non tenendo conto di ciò, le tre forme sotto cui si presenta la teoria ora discussa, detta teoria della convezione, sono insufficienti a spiegare la deflessione. Infatti, se si ritiene primieramente che i raggi catodici siano le traiettorie delle particelle gasose che, caricatesi al catodo, vengono da esso slanciate per tratti finiti, uguali alla lunghezza dei raggi, senza soffrire urti devianti, in tali tratti non si avrebbe luce, e i raggi elettrici sarebbero invisibili. Di più, le molecole dovrebbero seguire le linee di forza, e non si potrebbe così spiegare la propagazione rettilinea dei raggi, se si am-

mette che la scarica al catodo duri finchè le molecole abbian percorso almeno alcuni centimetri, come è provato dalla deflessione che un raggio incurvato mediante una calamita può soffrire al catodo stesso da cui è stato emesso, anche se la scarica è semplice, indivisibile, come quella che si ottiene con un condensatore di piccolissima capacità. Eppoi in questa teoria la *lunghezza dei raggi* coinciderebbe con il *libero percorso* delle molecole nella teoria cinetica dei gas. Ora a pressioni di circa $^1/_{100}$ di mm. il libero percorso sarebbe minore di 1 cm., talchè i numerosi urti che si sarebbero dovuti produrre nei raggi catodici di 50 cm. ottenuti a tali pressioni, avrebbero prodotto numerose variazioni di direzione, mentre in realtà si mantengono rettilinei.

In una seconda forma della stessa teoria, per spiegare la visibilità dei raggi, si ritiene che le particelle di gas state in contatto colla superficie catodica e da essa slanciate, non arrivino a percorrere senza urti tratti di lunghezza uguale all'intera lunghezza dei raggi, ma che si propaghino rettilineamente finchè non ricevono urti. Anche contro questa forma valgono le obiezioni precedenti, e di più, per la obliquità degli urti, i raggi catodici verrebbero a consistere in una rete confusa di traiettorie, senza direzioni nè determinate, nè preferite.

La terza forma ammette che le molecole percorrano senza collisioni soltanto quei tratti che sono compatibili colla teoria cinetica dei gas; ma anche qui, gli urti non essendo centrali non si potrebbe spiegare la rettilineità dei raggi; e poichè questa è incontestata, devesi concludere che quella teoria non corrisponde alla realtà.

Nè maggior valore ha la modificazione dovuta a Crookes. Questi s'immagina che le particelle di gas scagliate a modo di vento dal catodo, scaccino quelle non elettrizzate, e formino così intorno al catodo uno spazio finito in cui si trovino soltanto molecole elettrizzate. Se il catodo è piano o cilindrico tali molecole, scagliate normalmente alla superficie, non soffrono urti in quello spazio, e perciò la eccitazione luminosa si ha soltanto là, dove sono state respinte le molecole non elettrizzate. Così crede Crookes di

spiegare la pretesa esistenza di uno spazio oscuro attorno al catodo, e la osservata rettilineità dei raggi catodici. Questa teoria abbisogna della ipotesi, già accennata e riconosciuta verosimile, che la scarica duri finchè le molecole abbian percorso tratti finiti; ma allora la traiettoria molecolare, nello spazio ove non si hanno urti sarebbe iperbolica, mentre si è più volte detto che è rettilinea. Ma lo spazio oscuro attorno al catodo, che è una conseguenza della teoria di Crookes, non esiste poi affatto, perchè il *secondo strato* ha una visibile colorazione bleu-scura, e inoltre vi è la luce giallastra del primo strato, che contradice assolutamente alla teoria stessa. Di più con l'ipotesi di Crookes, il 2° strato dovrebbe allargarsi al crescere della intensità della scarica, mentre il Goldstein ha trovato che si contrae. E finalmente, la immobilità nelle linee spettrali della luce negativa, sia che l'asse del tubo si tenga parallelo o normale al collimatore, osservata già da molto tempo dal Goldstein, e riferita anche da Von Zahn, è in contradizione con la velocità di 200 cm. al secondo che dovrebbero possedere le molecole slanciate dal catodo.

Si potrebbe considerare la scarica come una corrente di elettricità libera; ma anche in questo caso i fenomeni osservati sono in contradizione con le conseguenze di tale ipotesi talchè resta dimostrato che la deflessione non si può spiegare con la repulsione elettrostatica.

Resta finalmente l'ipotesi della repulsione elettrodinamica; ma contro di essa stanno l'indifferenza dell'anodo, il crescere della deviazione col diminuire della distanza fra i catodi, e l'esperienza riferita nella discussione dell'ipotesi della ripulsione meccanica. Di più, l'azione elettrodinamica cui dovrebbe ascriversi la deflessione, dipende da un integrale esteso alla lunghezza del raggio deviato, mentre le esperienze mostrano che tal raggio può esser reso 6 volte più lungo senza che vi sia variazione nella forza deviante.

Per conseguenza il Goldstein conclude, che la deflessione non può essere spiegata con nessuna delle forme conosciute di repulsione.

A. Stefanini.



SULLO STATO SENSITIVO DELLA SCARICA NEI GAS RAREFATTI;

PER W. SPOTTISWOODE E J. F. MOULTON.

(*Phil. Trans.* 1880).

Sunto.

Abbiamo veduto (¹) che ponendo in comunicazione col suolo un punto della parete esterna del cilindro di scarica, esso funziona da catodo, producendo la fosforescenza nel punto opposto. Questo fatto accennato dal Goldstein, rientra in una classe estesa di fenomeni che sono stati studiati recentemente da W. Spottiswoode e J. F. Moulton e riferiti in due memorie « *Sullo stato sensitivo della scarica nei gas rarefatti* », delle quali stimiamo opportuno dare un rapido cenno.

La prima memoria si riferisce alla sensibilità che nel vuoto moderato manifesta la colonna luminosa all'avvicinamento di un conduttore. Questo stato sensitivo è dovuto a intermittenze periodiche rapidissime e regolari nella scarica, che si possono ottenere sia con interruttori, sia intercalando una scintilla nel circuito esterno. Con l'uso dello specchio ruotante o del telefono, si dimostra che, almeno per ciò che si riferisce alla persistenza, non vi è sensibilità senza intermittenze.

L'effetto di un conduttore su una scarica sensitiva ha per causa immediata l'espansione, che esso produce nella tensione elettrica istantanea stabilita all'interno e all'esterno del tubo dal passaggio delle scariche individuali attraverso il tubo stesso. Un coibente, anche se fortemente carico, ed un conduttore isolato, non hanno azione sulla scarica sensitiva; quindi la sensitività è dovuta a una nuova distribuzione dell'elettricità sul conduttore influenzante, e col telefono si scopre che questo cangiamento di distribuzione è periodico. Tali effetti son dovuti all'induzione elettrostatica del conduttore, e non dipendono dal suo potenziale, purchè, se questo è variabile,

(1) Vedi Sunto precedente, pag. 149.

il periodo delle sue variazioni non coincida con quello che produce le intermittenze nella scarica.

L'avvicinamento di un conduttore produce due tipi di effetti: 1.° (forma *repulsione*) la colonna luminosa è respinta dal conduttore; 2.° (forma *scarica*) la luminosità sembra precipitarsi verso il conduttore, offrendo l'aspetto di due linguette che si avvicinano al vetro senza toccarlo necessariamente.

Un altro fenomeno, detto dagli A. *effetto speciale* o di *non espansione*, si ha quando il conduttore è riunito all'elettrodo presso cui scocca la scintilla. Se il conduttore consiste in un sottile anello di stagnola circondante il tubo, la colonna luminosa che parte dall'anodo (presso cui si produce la intermittenza) si ferma bruscamente, formando una colonna, generalmente striata, di piccolo diametro, che occupa il centro del tubo, con un contorno netto e leggermente arrotondato all'estremità, intorno alla quale si ha un cono luminoso, vuoto, che parte dalla parete del tubo situata sotto l'anello, brillante e nettamente limitato all'esterno, nebuloso e bluastro all'interno. In questo caso la deformazione elettrica, anzichè provare un'espansione, è accresciuta dall'azione della stagnola. Adoprando più anelli in comunicazione fra loro e con l'anodo, gli A. mostrano che l'effetto di ogni anello è di sostituire alla scarica primitiva due scariche indipendenti, che occupano parti diverse del tubo, e propongono la teoria che ogni superficie o cono luminoso sia una stria perfetta, rapporto alla struttura e alla funzione. Da questa teoria si dedurrebbe il meccanismo di una scarica stratificata ordinaria, supponendo che ogni pulsazione intermittente, passando dalla superficie brillante di una stria alla superficie cava della seguente, ecciti da questa per induzione una pulsazione che, a sua volta, ecciterà una pulsazione dalla stria che vien dopo, e così via. Così i fenomeni sono gli stessi nelle colonne stratificate naturali e artificiali: soltanto, in queste ultime le pulsazioni sono dovute all'induzione esterna al tubo, nelle prime alla scarica stessa nel suo passaggio da una stria all'altra.

In una scarica stratificata nel vuoto, l'unità si compone dunque: della superficie brillante della stria, dello spazio oscuro che le sta davanti, e della superficie nebulosa nell'interno della stria che vien dopo lo spazio oscuro. In questa unità si ha: un'estremità +, uno spazio che la scarica traversa senza luce, e un'estremità —. Ogni scarica stratificata si comporrebbe, secondo gli A., della ripetizione di questa unità, e lo *splendore*, come lo spazio *oscuro negativo*, non sarebbero che modificazioni di una stria, prodotte dal catodo. Ogni segmento dovrebbe ritenersi come formante una scarica separata, poichè sotto l'azione della calamita ogni stria prova una rotazione o una deformazione come se essa segnasse il termine di correnti flessibili limitate fra due strie consecutive: queste correnti andrebbero dalla testa brillante di una stria alla superficie interna della seguente, nè vi sarebbe passaggio diretto da uno degli elettrodi del tubo all'altro. In questa teoria le strie sarebbero non già semplici apparenze luminose, ma mezzi di perfetta porosità elettrica; aventi struttura materiale, perchè, per es., le strie prodotte dalle due correnti di apertura e chiusura aderiscono a coppie in modo persistente, come se le correnti alternate trovassero delle strie già pronte e non aventi bisogno che d'una leggera modificazione, per divenir suscettibili di compiere le loro funzioni. Esperienze opportune hanno mostrato che i due effetti di espansione e di non espansione si producono interamente in ogni pulsazione e che nelle circostanze ordinarie la scarica si produce per il passaggio traverso il tubo, e a partire dall'elettrodo presso cui scocca la scintilla nell'aria, di elettricità libera di nome uguale a quella di tale elettrodo.

Un altro fenomeno notevole si ha quando si adoprino due tubi uguali, e si riunisca un elettrodo di ciascuno ad uno dei poli di una grande macchina di Holtz, e l'altro elettrodo all'altro polo, intercalando una scintilla (nel circuito + p. es.) in modo che l'elettricità abbia due vie da scegliere, la scintilla essendo comune alle due vie. Se la scintilla è di grandezza conveniente, uno dei tubi è interamente traversato dalla scarica, mentre l'altro è occupato da una colonna luminosa

che parte dall'anodo, e che termina, assottigliandosi in punta, prima di giungere al catodo, il quale si può anche isolare senza variare il fenomeno. Tali scariche incomplete, che possono prodursi in modi svariati ed eleganti, diconsi *unipolari* e sono sensibili al pari delle ordinarie. Onde resulta che l' elettricità parte da un elettrodo in virtù principalmente della tensione che vi è, l'azione correlativa dell' altro essendo in grado ben minore e talvolta nulla.

Gli A. concludono poi che gli elementi essenziali della scarica elettrica nei gas rarefatti non cambiano, sia la scarica interrotta, non interrotta, o interamente discontinua, e forse alternativa; cosicchè le scariche sarebbero disruptive e discontinue anche nel gas rarefatto. A questa stessa conclusione erano giunti De la Rue e Müller, osservando che facendo passare in un gas rarefatto la scarica di 2400 elementi a cloruro d'argento, la differenza di potenziale ai due estremi del tubo rimaneva costante, anche se la resistenza esterna si cambiava in modo da far variare da 1 a 135 l'intensità della corrente.

Nella seconda memoria si comincia con lo studiare l'effetto di un sistema elettrico distinto sopra una scarica continua, vale a dire non sensitiva. Le esperienze si fanno con 2 macchine di Holtz; una avente 12 dischi mobili d'ebanite e 12 fissi di vetro; l'altra 6. La scarica della più grande traversa un tubo a vuoto moderato (2^{mm}) senza interposizione di scintilla, perchè la scarica non sia sensitiva. Il tubo è circondato verso la metà da uno stretto anello di stagnola riunito all'elettrodo negativo della piccola macchina. Se neppure nel circuito di questa si hanno scintille, la stagnola è senza effetto; ma quando si hanno scintille, si ha un fenomeno analogo a quello dell' effetto speciale positivo, cioè come se l'anello fosse riunito all'elettrodo positivo della grande macchina. Se la lunghezza della scintilla nell'aria non è molto grande, nella porzione di tubo compresa fra la stagnola e il catodo, la scarica è sensitiva, e dà tutti i segni d'intermittenza positiva, mentre non è sensitiva nell'altra porzione. Questo fatto mostra la differenza essenziale che è fra il pas-

saggio dell'elettricità traverso i conduttori, e il suo passaggio traverso i gas.

Da questi fenomeni gli A. hanno dedotto un metodo elegante per estendere i loro resultati ai vuoti estremi; poichè hanno trovato che per riconoscere la natura della scarica in un tubo, basta circondarlo di un anello di stagnola che vien posto in comunicazione con uno simile di un secondo tubo (il tubo campione), traversato da una scarica continua. Se la scarica esplorata è intermittente, lo manifesta il tubo campione con fenomeni analoghi a quelli noti degli effetti di espansione e di non espansione.

Quando la scarica avviene nei gas estremamente rarefatti si ha il fenomeno della fosforescenza, che Goldstein e Crookes hanno dimostrato esser dovuta a correnti di molecole scagliate dal catodo. Ma non è necessario introdurre l'ipotesi che il gas si trovi in tal caso in uno stato differentissimo dallo stato ordinario, specialmente per ciò che riguarda il libero percorso delle molecole e la frequenza dei loro urti; perchè, secondo gli A. tutti i fenomeni son compatibili con la teoria ordinaria dei gas. Infatti la fosforescenza, che nel vuoto estremo si ha senza disposizioni speciali, si ottiene pure nei tubi a vuoto moderato, quando la corrente sia tale da imprimere alle molecole la velocità necessaria. E poichè quest'accrescimento di velocità si ottiene sia direttamente, come nel caso della scintilla negativa, sia per via di risposta a una violenta scarica positiva nel tubo, come nel caso della scintilla positiva, sembra doversi escludere l'idea che la scarica nel vuoto abbia una direzione speciale e che sia un *flusso negativo*. Di più: toccando con un dito un tubo traversato da corrente energica, si ha fosforescenza nel punto opposto anche se il vuoto è moderato; crescendo la pressione fino a 12 mm. la fosforescenza indebolisce gradatamente, e poichè non si hanno cambiamenti bruschi nel momento della sparizione, niente induce a supporre che cessi bruscamente di esistere quando non è più visibile: dunque il fenomeno non dipende dalla rarefazione estrema del gas.

In secondo luogo non vi sono ragioni sufficienti per rite-

nere che le molecole del gas che costituiscono la scarica non obbediscano alle leggi ordinarie. Infatti se il fenomeno della fosforescenza apparisce dapprima in prossimità del catodo, si è perchè la resistenza del gas diminuisce la velocità delle correnti molecolari; ma queste esistono anche quando non vi è fosforescenza, per produr la quale basta impedire che la velocità delle molecole sia rallentata dall'urto del gas che devon traversare. Così la fosforescenza può esser prodotta ad una distanza di almeno 5 cm. quando la pressione è di 6 mm. sotto la quale i gas seguono certo le leggi ordinarie, e le traiettorie libere sono infinitesime.

Lo stato sensitivo esiste anche nelle scariche attraverso gas estremamente rarefatti, poichè la fosforescenza vien modificata dall'avvicinamento di un conduttore. Ora si trova che quando la scintilla d'aria è +, la scarica traversa sempre il tubo sotto forma di elettricità +, e viceversa; onde i fenomeni nel vuoto estremo e in quello moderato coinciderebbero: se ciò fosse rigorosamente vero, come del resto vi sono forti motivi per ritenerlo, si dovrebbe dunque escludere l'ipotesi suggerita dai fenomeni di fosforescenza, che nel vuoto estremo la scarica provenga sempre dal catodo.

I fenomeni di espansione positiva nella fosforescenza, mostrano che le traiettorie molecolari non sono rette normali alla superficie dell'elettrodo. Infatti la forma della macchia fosforescente dovuta a un pezzo di stagnola, non è simile alla stagnola, ma ha invece una distorsione che gli A. attribuiscono all'obliquità delle correnti molecolari, e alle proprietà che esse hanno di interferire. Uno dei fatti da cui si deduce l'obliquità, è che le correnti eccitate da un pezzo di stagnola giungono a proiettar l'ombra di un pezzo di vetro, anche se è situato in modo che una retta condotta per esso e per un punto della stagnola faccia coll'asse del tubo un angolo di 45°. La proprietà d'interferire si deduce p. es. dall'osservare che la macchia fosforescente prodotta dalla derivazione a terra di un punto del tubo, può esser deformata derivando un secondo punto distante 90° dal primo. Altri esempi d'interferenza si hanno nel fenomeno detto delle *om-*

bre virtuali: ponendo un dito su un tubo a vuoto estremo traversato da una scarica a scintilla d'aria +, la luce verde s'indebolisce a partire dal dito e nella direzione dell'anodo, producendo l'effetto d'un'ombra, dovuta alla scarica negativa, provocata dal dito per espansione, che respinge verso il basso del tubo le correnti catodiche. Con forme e disposizioni adatte degli elettrodi, si hanno fenomeni bellissimi di ombre virtuali.

La luminosità +, quando si è prossimi ad avere la fosforescenza, si riduce a un fascetto sottile, mobilissimo, che eccita la fosforescenza verde sui punti della parete coi quali viene a contatto. Dai fenomeni d'ombra, e dall'azione che in questo caso esercita la calamita, si conclude che le correnti molecolari producenti tal fosforescenza non vengono dal catodo, ma che sono dovute ad azioni locali sulle pareti, e che la loro direzione è normale all'asse del tubo.

Appoggiandosi sui fenomeni d'interferenza cui son dovute le ombre virtuali, gli A. dimostrano, come lo deduceva il Goldstein dalla deflessione, che il tempo occupato dalla scarica negativa è maggiore di quello che le correnti molecolari impiegano a percorrere la lunghezza del tubo, ma che gli è comparabile: mentre da altri fatti resulta, che il tempo impiegato da una specie di elettricità a percorrere il tubo, è incomparabilmente minore della durata della scarica negativa.

L'esistenza dello spazio oscuro fra le strie e attorno al catodo, mostra che esso è uno spazio in cui può effettuarsi senza produzione di luce una operazione, che nei suoi resultati è equivalente al passaggio della elettricità. Non vi sono ragioni per ritenere tale spazio come fenomeno legato alle correnti molecolari; poichè queste hanno un carattere definito di durata, mentre il primo è almeno dell'ordine d'istantaneità del passaggio della elettricità lungo il tubo.

Circa le correnti molecolari, l'ipotesi più verosimile è che esse abbiano un ufficio al principio della scarica, consistente nel permetterle di penetrare nel mezzo gasoso, in cui la scarica si propagherebbe allora indipendentemente da quelle correnti; ma gli A. non sono in grado di pronunciarsi su

questa ipotesi, e soltanto dubitano che le correnti molecolari non abbiano una vera funzione elettrica nella scarica, perchè per es. gli effetti di un pezzo di stagnola sono gli stessi, sia esso o no situato in un'ombra reale o virtuale, che lo proteggano dall'urto di tali correnti.

A. STEFANINI.

RIVISTA

W. CROOKES. *Sulla conducibilità termica nell' aria estremamente rarefatta.* — *Proc. Roy. Soc. Lond.* 1881. — Per determinare la conducibilità totale (conducibilità e irraggiamento) attraverso l'aria a pressioni bassissime, l'A. pose un termometro in un palloncino di vetro in modo che il suo bulbo rimanesse nel centro, e l'asta nell'interno del tubo aggiunto al palloncino per rarefarvi l'aria. I migliori resultati furono ottenuti, ponendo il palloncino in un vaso d'acqua a 25° C, poi tutt'a un tratto immergendolo in un altro a 50° ed esaminando la velocità di riscaldamento. Le esperienze dell'A. dimostrano, concordemente a quelle di Kundt e Warburg, che la conducibilità diminuisce colla pressione. Passando da $^5/_{1000000}$ di atmosfera a $^2/_{1000000}$ la conducibilità varia circa il doppio di quando la pressione passa da 760 mm. a 1 mm. A pressioni così basse il raffreddamento è quasi tutto dovuto all'irraggiamento, e poichè per questo mezzo il calore trasmesso è piccolissimo, l'A. conclude che negli spazi planetari il raffreddamento deve essere estremamente lento.

KORDIG. *Liquido incendiabile senza pericolo.* — *Mondes.* 1881. — L'A. ha trovato un nuovo liquido, un idro-carburo, il quale brucia senza notevole sviluppo di calore; esso può essere acceso sopra un tappeto, una mano, un fazzoletto, senza nessun danno. Mancano ancora ulteriori particolari.

D. BROOKS. *Influenza della temperatura sullu coibenza dell' olio di paraffina.* — *Telegr.* 1881; *Electrotechn.* 1881. — L'olio era tenuto fra due lastre di zinco di 2,32 m^2 distanti di circa 3 mm. Le lastre erano inserite nel circuito di una pila di 300 elementi Daniell insieme con un galvanometro di Thomson. I resultati furono, che la conducibilità cresce colla temperatura, e la capacità elettrica rimane costante.

G. GORE. *Ricerche sulla osmosi elettrica.* — *Proc. Roy.* 1880. — L'A. ha studiato il fenomeno per un gran numero di liquidi. Quasi in tutti i casi egli ha trovato che la corrente osmosica aveva la medesima direzione della corrente elettrica anche coll'acido cromico, col cromato potassico giallo, e col carbonato potassico. Solo con una soluzione alcoolica satura di bromuro baritico l'osmosi era diretta in senso opposto alla corrente. Se il setto poroso separa delle soluzioni diversamente concentrate, l'osmosi ha sempre luogo secondo la corrente, se ciò ha luogo per ciascuna di esse. Solamente è più intensa quando la corrente va dalla soluzione più debole alla più concentrata, che quando va in senso opposto.

J. CAUDERAY. *Le correnti e le correnti di ritorno delle linee telegrafiche.* — *Bull. Soc. Vand. Sc. Nat.* XVII. — L'A. in una linea telefonica da lui stabilita a Montreux, intendeva benissimo i telegrammi spediti sopra una linea telegrafica tracciata in prossimità, analogamente a ciò che succede con i telefoni il di cui filo scorre parallelamente ed in prossimità di una di queste; benchè la sua linea telefonica, fosse normale alla linea telegrafica, e distante circa 80, o 100 metri da questa, e che nessun altro filo vi passasse vicino. L'A. spiega il fatto ammettendo che il telefono parlasse per effetto di una corrente derivata della corrente di ritorno nel suolo. Percui egli ne conclude:

1°. Il segreto dei telegrammi non può, in principio, esser più garantito.

2°. La corrente di ritorno (contrariamente all'ipotesi prevalente) circola nel suolo come in un corpo metallico.

A. RITTER. *Ricerche sull' altezza dell' atmosfera e sulla costituzione dei corpi celesti aereiformi.* — *Ann. der*

Phy. und Ch. 1880. — *Ottava Memoria.* — 1°. Equazione differenziale generale della distribuzione di un corpo celeste gasseiforme. — Le formule trovate nella memoria precedente per la temperatura di dispersione sono da considerarsi valide, solo quando, la massa dell'atmosfera sia così piccola, che le azioni di gravità da essa esercitata siano trascurabili in confronto di quelle esercitate dal nucleo solido. Per giungere ad una soluzione completa del problema l'A. riprende a stabilire l'equazione differenziale che determina la distribuzione di una massa cosmica gassosa, (di cui erasi già occupato nella sua terza Memoria (1), seguendo una via del tutto indipendente dalla teoria del calore, e applicabile anche alle atmosfere gassose avviluppanti un nucleo solido.

Indichisi con γ la densità e con p la pressione di un gasse, e si ponga

$$\frac{p}{\gamma} = \tau \ , \tag{64}$$

ove τ nel caso della legge di Mariotte, rappresenterebbe una quantità proporzionale alla temperatura assoluta. E poniamo la questione: secondo qual legge si distribuirà una massa gassosa attorno un nucleo solido; se per ogni punto di questa massa deve verificarsi la relazione

$$\frac{p}{\gamma^k} = \text{cost}^e \tag{65}$$

essendo $1 < k < \infty$. Indicando con l'indice «zero» i valori che le variabili prendono alla superficie del nucleo potremo porre le due precedenti equazioni sotto la forma

$$\frac{p}{p_0} = \left(\frac{\gamma}{\gamma_0}\right)^k = \left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^{\frac{k}{k-1}}. \tag{66}$$

Siano ora E la massa, ed r il raggio della terra; λr il raggio dell'intera sfera cosmica, e $a = \alpha\lambda r$ quello del solo nucleo solido; M la massa contenuta entro la sfera di raggio ρ, S la massa totale del corpo celeste, e q la sua densità me-

(1) *N. Cimento*, vol. VIII, 262.

dia; fg l'accelerazione alla distanza ρ, dal centro, e $f_1 g$ l'accelerazione alla distanza λr.

Fuori del nucleo solido, la pressione soddisfa all'equazione differenziale

$$(67) \qquad dp = -f\gamma\, d\rho$$

ossia per la (66)

$$(68) \qquad f = -\left(\frac{k}{k-1}\right)\frac{d\tau}{d\rho}.$$

Prendendo per unità di massa, la massa di 1 kg. alla superficie terrestre, avremo $\frac{dM}{d\rho} = 4\pi\rho^2\gamma$ e quindi per la (66)

$$(69) \qquad \frac{dM}{d\rho} = 4\pi\gamma_0\rho^2\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^{\frac{1}{k-1}}$$

Ma d'altra parte per la legge di Newton si ha $f = \frac{M}{E}\frac{r^2}{\rho^2}$, onde

$$(70) \qquad \frac{dM}{d\rho} = \frac{E}{r^2}\left(\rho^2\frac{df}{d\rho} + 2f\rho\right) = \frac{kE}{(k-1)r^2}\left(\rho^2\frac{d^2\tau}{d\rho^2} + 2\rho\frac{d\tau}{d\rho}\right)$$

ponendo $\frac{\rho}{\lambda r} = x$ e $\frac{\tau}{\tau_0} = y$, dalle due espressioni di $\frac{dM}{d\rho}$, si ha immediatamente:

$$(71) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + \frac{2}{x}\frac{dy}{dx} + \left(\frac{4\pi(k-1)\lambda^2 r^4\gamma_0}{kE\tau_0}\right)y^{\frac{1}{k-1}} = 0$$

e ponendo

$$\frac{4\pi(k-1)\lambda^2 r^4\gamma_0}{kE\tau_0} = m^2 \qquad \frac{1}{k-1} = n$$

l'equazione cercata prende la forma

$$(72) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + \frac{2}{x}\frac{dy}{dx} + m^2 y^n = 0.$$

Ponendo

$$\frac{f}{f_1} = z \quad \text{e} \quad \int_a^1 z\,dx = \frac{k\,\tau_0}{(k-1)_0 \lambda r f_1} = \mathrm{F}$$

(essendo $\tau = 0$ $p = 0$ per $\rho = \lambda r$) si trova facilmente che si ha $m^2 = \frac{3\gamma_0}{\mathrm{F}q}$ cosicchè la costante m^2 è nota quando siano conosciute le due quantità F, e $\frac{\gamma_0}{q}$.

Integrazione dell'equazione differenziale nel caso di un corpo celeste la cui massa trovasi tutta allo stato gassoso. — In questo caso il raggio del nucleo solido è nullo, e i valori precedentemente segnati coll'indice « zero » vengono a corrispondere al centro della massa cosmica. È facile inoltre verificare che le due costanti F e $\frac{\gamma_0}{q}$ si riducono a

(73) $$\mathrm{F} = \int_0^1 z\,dx$$ (74) $$\frac{\gamma_0}{q} = \left(\frac{dz}{dx}\right)_0$$

e che dalla (68) si ha:

(75) $$y = \frac{1}{\mathrm{F}}\left(1 - \int_0^x z\,dx\right)$$

d'onde

(76) $$\frac{dy}{dx} = -\frac{z}{\mathrm{F}}$$ (77) $$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{1}{\mathrm{F}}\frac{dy}{dx}$$

L'equazione (72) non essendo in generale integrabile colle trascendenti note, l'A. procede all'integrazione della medesima per via grafica ed empirica, cercando una curva $z = \psi(x)$ tale che la sua ordinata, il coefficiente angolare della sua tangente e l'area compresa fra due sue ordinate, in virtù delle relazioni (75) (76) (77) soddisfino all'equazione differenziale (72). L'A. non dice quale è il metodo pratico da esso tenuto nei

suoi tentativi empirici, ma accenna solo che si serviva di una curva ausiliaria rappresentante graficamente i valori di $\frac{dz}{dx}$. Nel tempo stesso che egli ricercava questa curva per la (75) veniva a trovare la legge con cui variava la y in funzione della x, e quindi la γ mediante la relazione $\frac{\gamma}{\gamma_0}=y^n$, ed inoltre i valori delle costanti F e $\frac{\gamma_0}{q}$.

Quando $n=1$ ossia $k=2$, l'equazione (72) ammette l'integrale

$$y=\frac{\operatorname{sen} mx}{mx}$$

e dovendo essere $y=0$ per $x=1$ ne segue che deve essere $m=\pi$; e quindi $F=1$ e $\frac{\gamma_0}{q}=\frac{\pi^2}{3}$.

Per $K=\frac{5}{3}$ ossia $n=1.5$ si ha

	$x=$ 0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
(77*)	$z=$ 0,6	1,12	1,51	1,76	1,84	1,80	1,65	1,44	1,22
	$y=$ 0,978	0,915	0,816	0,694	0,560	0,424	0,296	0,181	0,082

Un altro caso importante è quello in cui $n=5$ cioè $k=\frac{6}{5}$. Infatti trova che, in quest'ipotesi, applicando il metodo grafico d'integrazione si ha:

per $x=$	0	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{2}$	1
$z=$	∞	100	4	1.
$y=$	1	0	0	0.

I valori di z e y sono appunto quelli che prenderebbero queste variabili allorchè si supponesse concentrata in un punto tutta la massa della sfera cosmica. Quindi l'ipotesi di $n=5$ corrisponde al caso limite, nel quale la curva $z=\psi(x)$ si riduce alla rappresentazione grafica della legge di Newton $z=\frac{1}{x^2}$. In questo caso la densità fuori del centro è sempre

zero, e nel centro stesso diviene infinita. Quando sia $n > 5$ ossia $k < \frac{6}{5}$ non è più possibile nessuna distribuzione reale che soddisfi alle condizioni (64) e (72) e poichè nello stato adiabatico $k = \frac{c_p}{c_v}$, si ha per un gas teorico la legge:

In un corpo celeste aereiforme, non può aver luogo un equilibrio adiabatico, che nel caso in cui il rapporto dei due calorici specifici è maggiore di $^6/_5$.

Quest' ultime conseguenze, non sono dimostrate dall' A. direttamente con un' analisi sull' equazione (72), ma a tale scopo si è servito di un teorema già dimostrato dal Prof. Betti (1) e presentato sotto altra forma. Abbiamo per quel teorema, che indicando con P il potenziale della massa cosmica,

$$P = \frac{3(k-1)S^2 r}{(5k-6)E\lambda} \tag{78}$$

la quale ci esprime appunto che per $k = {}^6/_5$, $P = \infty$, cioè tutta la massa si ridurrebbe ad un punto materiale; e per $k < {}^6/_5$, P diverrebbe negativo e quindi non sarebbe più possibile una distribuzione reale di quella massa cosmica.

Caso limite degli equilibri adiabatico e indifferente. — Dalla formola (27) (2)

$$\frac{Q}{A} = \frac{P}{3(k-1)} \tag{79}$$

trovata dall' A. e che esprime la relazione che deve esistere fra Q e P perchè una massa cosmica si mantenga in equilibrio ne segue che se $k = {}^4/_3$ si ha $\frac{Q}{A} = P$ e in caso di una contrazione o dilatazione della sfera $\frac{dQ}{A} = dP$ quindi la condizione d' equilibrio (79) rimarrà sempre soddisfatta. Ma se

(1) *N. Cimento*, T. VII. pag, 34.

(2) Vedi *Memoria quarta* t. IX, pag. 104.

$K < {}^4/_3$ sarà $P < \frac{Q}{A}$ quindi per l'equilibrio $dP < \frac{dQ}{A}$ mentre in realtà un lavoro dP delle forze di gravità dà origine a una quantità di calore equivalente per cui si ha $dP = \frac{dQ}{A}$; e perciò se a un dato istante si verificherà la condizione (79), basterà la più piccola dilatazione o la più piccola contrazione per far cessare quella condizione; l'equilibrio sarà rotto e la dilatazione o contrazione si continueranno indefinitamente. Perciò nel caso di $K < {}^4/_3$ l'equilibrio della massa cosmica, sarà sempre instabile. E poichè la teoria cinetica dei gas assegna per limiti del rapporto $\frac{c_p}{c_v}$ i valori 1 e ${}^5/_3$ dalle considerazioni precedenti ne seguono le seguenti leggi:

Quando il valore di k è compreso fra i limiti ${}^5/_3$ e ${}^4/_3$, l'equilibrio adiabatico è contemporaneamente un equilibrio indifferente.

Quando k è compreso fra ${}^4/_3$ e ${}^6/_5$, l'equilibrio adiabatico è sempre un equilibrio instabile.

Quando k è compreso fra ${}^6/_5$ e 1, non esiste nè un equilibrio adiabatico nè un equilibrio indifferente.

Nella memoria precedente l'A. ha mostrato che il vapore d'acqua saturo si comporta in queste questioni come un gas perfetto, per il quale fosse $k = 1{,}038$. Se ora fosse permesso, di estendere questo fatto alle altre sostanze, e supporre che l'esponente k prenda sempre un valore minore di ${}^4/_3$, quando un gas rarefacendosi sufficientemente passi allo stato di vapore saturo, potremmo dedurre che: Per ogni massa cosmica gassosa esiste un volume limite superiore, oltrepassato il quale la massa stessa si disperde nello spazio infinito.

Memoria Nona. — L'A. passa in questa allo studio di due casi speciali, quelli in cui la (72) è integrabile, e che corrispondono ai valori $n = 0$ (o $k = \infty$), e $n = 1$ (o $k = 2$). Nel primo caso si ha l'integrale

(79) $$y = B + \frac{C}{x} - \frac{m^2}{b} x^2$$

e nel secondo

$$y = \frac{\alpha \operatorname{sen} m(1-x)}{x \operatorname{sen} m(1-\alpha)}$$

Dall' analisi di queste due formule, l'A. ne deduce alcuni dati sull' andamento dell'altezza di una atmosfera in una sfera cosmica a nucleo solido, al variare della temperatura della sfera. Ma per questo non potremmo che rimandare alla lettura della memoria originale. L'A. termina con alcune ipotesi sulla costituzione del sole. Egli dice che i resultati teorici della chimica e della spettroscopia, pare che favoriscano l'ipotesi: che con una temperatura crescente indefinitamente, in ogni caso deve aver luogo una dissociazione degli elementi chimici. Perciò volendo stabilire una teoria sulla costituzione interna del sole, l'ipotesi più probabile che si presenterebbe sarebbe quella che l'interno della massa solare, consistesse di un gasse monoatomico, il quale come prodotto di dissociazione degli elementi chimici, formasse la materia prima di questi elementi stessi. In tal caso, per la teoria cinetica dei gas si ha $k = \frac{c_p}{c_v} = {}^5/_3$. Perciò facendo provvisoriamente l'ipotesi: che la *intera* massa solare risulti costituita di un gasse monoatomico, e che goda di tutte le proprietà dei gassi perfetti, l'A. applica ad esso i resultati della tabella (77°) e ne deduce, che la densità al centro del sole deve essere sei volte maggiore della sua densità media, cioè 8,6 volte maggiore dell'acqua. Applicando poi i resultati della terza e quarta memoria ne deduce, che il rapporto fra la quantità di calore irradiato al calore totale generato dal lavoro di gravitazione, sarebbe 0,5, il coefficiente di contrazione risulterebbe di 48 m. per anno, e la temperatura al centro dovrebbe trovarsi fra i 4473000° e i 17630000°. L'analisi spettrale ci dimostra che la materia del sole *alla superficie* si trova sempre allo stato di elementi chimici e forse di com-

binazioni chimiche; ma l'A. riguardando lo strato superficiale in cui ciò ha luogo, come una atmosfera solare e calcolandone l'altezza, anche ammettendo che la dissociazione degli elementi incominciasse a 100000°, trova che questa altezza sarebbe piccolissima in confronto del diametro solare, e che quindi questo strato superficiale non avrebbe grande influenza nell'ipotesi della uniatomicità della materia solare.

BAZZI.

Comptes Rendus. 1881.

13 Giugno. — A. CORNU. *Sopra una legge semplice relativa alla doppia refrazione circolare, naturale o magnetica.* — La classica esperienza del *triprisma*, dimostra sufficientemente la esattezza della spiegazione di Fresnel, per la polarizzazione circolare; ma tale dimostrazione è fatta dall'A. più semplicemente nel modo seguente. Si pone nel centro del goniometro di Babinet un prisma di quarzo, il di cui piano bisettore è normale all'asse ottico, e si manda sulla fenditura la luce del sodio, al minimo di deviazione. Così si può verificare che le due immagini della fenditura sono polarizzate circolarmente e in versi opposti. Se il quarzo è destrogiro, la immagine meno refratta è polarizzata circolarmente a destra.

L'A. descrive altresì come si può avere la stessa dimostrazione osservando le frange di interferenza, che si hanno in una pur classica esperienza di Fresnel e di Arago.

La teoria di Fresnel fu estesa alla spiegazione del poter rotatorio sviluppato dal magnetismo, nei mezzi diafani; e qui l'A. fa menzione di un lavoro del Righi, pubblicato nel tomo IV del *N. Cimento.*

La teoria anzidetta ci diede già una relazione fra le velocità delle due onde circolari, inverse, e le esperienze dell'A. lo condussero alla seguente seconda relazione.

1°. « Nel quarzo, la media velocità di propagazione, « secondo l'asse ottico, delle due onde circolari, è sensibil- « mente quella dell'onda ordinaria perpendicolarmente al- « l'asse. . . . .

2°. « Nel flint pesante del Faraday, la media velocità « di quelle onde, separate dall'azion del magnete, è sensibil- « mente uguale alla loro comune velocità quando quella azio- « ne è nulla ».

L'A. nella sua nota dà un cenno di quelle sue esperienze e termina col seguente enunciato, che per ora è troppo generale relativamente ai fatti osservati, ma che è reso probabile da altri fatti che saranno in breve dall'A. comunicati all'Accademia.

« Lo sdoppiamento di un'onda polarizzata rettilineamente « in due onde circolari e inverse, è tale che la media velo- « cità loro è uguale a quella dell'onda unica, esistente prima « dello sdoppiamento ».

E. MERCADIER. *Sulla influenza della temperatura sui ricettori-radiofonici a selenio.* — Per questi ricettori il lettore può vedere il sunto di un lavoro dell'A. nel tomo IX, pag. 136 del *N. Cimento* 1881. Facendo variare la temperatura l'A. giunse ai seguenti resultati. 1°. I ricettori radiofonici a selenio, dell'A. tendono ad acquistare col tempo uno stato stabile, relativamente all'influenza della temperatura. 2°. Alle temperature ordinarie, e fino a 100°, la loro resistenza varia in senso inverso della temperatura; e fra circa 5 e 35° le variazioni di resistenza e di temperatura sono approssimativamente proporzionali, l'una all'altra.

G. CABANELLAS. *Sopra i mezzi e le formule di misura degli elementi elettrici e dei coefficienti di utilizzazione, con un apparecchio a due galvanometri.* — Per quelle misure, e pel caso della luce elettrica, della elettrolisia, e dei motori elettrici, propone l'uso di due galvanometri, l'uno dei quali sia a poca resistenza onde poter essere intercalato in un filo conduttore senza danno nel servizio; e l'altro sia a molta resistenza per potere essere posto in un tratto di derivazione fra due punti del circuito in servizio, senza recar danno al servizio stesso. Gli ordinari modi hanno l'inconveniente di interrompere il servizio. L'A. impiegando le note formule lineari, mostra come a quel modo si possa raggiungere lo scopo.

20 Giugno. — E. VILLARI. *Sopra le leggi termiche della scintilla eccitatrice dei condensatori.* — È un lavoro che sarà inserito in questo giornale.

27 Giugno. — SAINT-LOUP. *Influenza delle variazioni della pressione atmosferica sopra la durata delle oscillazioni del pendolo.* — Il resultato ottenuto per ora dalle esperienze in corso, è stato che il pendolo era avanti di 0,077 di minuto secondo, per giorno per un abbassamento di 10 millimetri della colonna barometrica. Nella adunanza dell'Accademia il Tresca rammenta che già era stato osservato il fenomeno: e che il costruttore Redier aveva adattato al pendolo un apparecchio, del genere dei barometri metallici, in cui un pezzo si spostava in guisa da compensare la influenza ritardatrice dovuta alla pressione atmosferica.

C. DECHARME. *Sopra le forme vibratorie delle superficie liquide circolari.* — Le onde furon generate da una serie di urti isocroni, nel centro del vaso circolare, per determinare la relazione fra il numero delle vibrazioni eccitatrici al secondo, e la larghezza degl'intervalli compresi fra due nodali consecutive. A questo scopo l'A. cominciò col determinare la velocità V dell'onda alla superficie, e la trovò per l'acqua, di circa $0^m,34$ al secondo.

Supponendo che il raggio r della superficie abbia il valore che misura V, e che al centro si abbiano m noti al secondo, si avrà

per $m=1$ una nodale posta alla distanza dal centro $\frac{r}{2}$

$m=2$ tre nodali ec. . . . . $\frac{r}{4}, \frac{2r}{4}, \frac{3r}{4}$

. . . .

$m=m$ $(2m-1)$ nodali. . . . . $\frac{r}{2m}, \frac{2r}{2m}, \ldots, \frac{(2m-1)r}{2m}$

Secondo questi resultati, se t è il tempo impiegato dall'onda per descrivere lo spazio r, N il numero delle nodali, n il numero delle vibrazioni eccitatrici al centro, i l'intervallo fra due nodali consecutive, si avrà per $r=52^{mm},5$, $V=335^{mm}$ a 345^{mm}, $t=0,15$, e in generale essendo

$$t = \frac{\bar{r}}{V}, \quad i = \frac{\ddot{r}}{N}, \quad n = \frac{m}{t}, \quad N = 2m - 1,$$

e quindi

$$n = \frac{r + i}{2ti} = \frac{52{,}051 . i}{0{,}3 . i} .$$

Impiegando lamine vibranti si ebbe per fa_{-1}, $i = 4^{mm},3$; e per fa_1 $i = 1^{mm},03$. Questi valori danno

$n = 44{,}031$ ed $n' = 173{,}236$ vibrazioni

$n = 43{,}157$, $n' = 172{,}629$

quantità sensibilmente uguali ai numeri relativi a quelle due note.

Ora i numeri delle vibrazioni corrispondenti a fa_{-1} e fa_{-1}, stanno come 1 a 4, mentre che i numeri che rappresentano i valori delle internodali sono come 4 ad 1; e lo stesso avviene per due doppie ottave qualunque. Dunque si ha in generale, fra i numeri i ed i' delle distanze internodali ed i numeri n ed n' la relazione

$$\frac{i}{i'} = \frac{n'}{n},$$

risultato indipendente dalla natura del liquido.

V. ZENGER. *Sopra l'uso di prismi a liquido nello spettroscopio a visione diretta.* — Il gran numero dei prismi fa perdere molta luce, per assorbimento e per riflessione. L'Autore adopera un prisma liquido dell'ordinaria forma in luogo del flint e del crown, incollandovi anteriormente un prisma di quarzo dello stesso angolo refrangente, e disposto inversamente al prisma liquido, onde il tutto forma un paralellepipedo. I raggi incontrano normalmente la superficie del prisma di quarzo, o del crown, o del flint, che vi è incollato; e incontrano l'altra faccia del prisma sotto l'angolo refrangente del prisma che è a contatto col liquido, e il di cui indice medio è uguale a quello del quarzo e del vetro. Il raggio medio non è deviato, mentre i raggi rossi e violetti lo sono a destra ed a sinistra. Lo spettro è molto intenso e le strie

ben nette. Un sol paralellepipedo sdoppia la stria D all' occhio nudo. Un prisma doppio di 60°, formante un paralellepipedo dispersivo, fa vedere quattro strie lucide del litio.

Gl' indici di refrazione del quarzo e del miscuglio di anetolo e di benzina, nell' apparecchio dell' Autore, sono come segue:

	Quarzo		Miscuglio
A	1,5390	A'	1,5290
D	1,5442	D'	1,5439
H	1,5582	H'	1,5912.

La dispersione del miscuglio è 3,7 volte quella del quarzo.

CROS e CARPENTIER. *Fotografia dei colori, per tinte di strati di albumina coagulata.* — Come ha fatto osservare Ed. Becquerel all' Accademia, non si tratta, come parrebbe dal titolo della comunicazione all' Accademia, della riproduzione delle immagini con i colori naturali dei corpi, ma bensì di prove policrome per impressione fotografica, nella quale le tinte possono variare a piacere, con le materie coloranti che sono impiegate, senza relazione con i colori dei raggi attivi.

Prima si versa sul vetro del collodione col due o tre per cento di bromuro di cadmio, e poi va immerso in un bagno di albumina, fatto con dieci o dodici bianchi di uovo in un litro di acqua. L' albumina si coagula nel tessuto del collodion, per l' azione dell' alcool e del bromuro di cadmio; poi questo strato è tuffato nel bicromato di potassa, ed asciugato nella stufa. Dopo vi si applica un *positivo* per trasparenza, si espone per qualche minuto alla luce diffusa, si lava e si tuffa in un bagno colorante. Sotto l' azione della luce, il bicromato fa subire all' albumina una seconda contrazione, tale che non si lascia più imbevere; ma nelle parti protette dalle opacità del positivo, la materia colorante penetra e rimane.

Furon fatti tre negativi *(clichés)* di uno stesso oggetto e fatti respettivamente attraverso un diaframma aranciato, l' altro verde, e l' altro violetto. Le opacità e le trasparenze variando da un negativo all' altro servono a distribuire nella

prova fotografica le diverse quantità relative di materie coloranti ossia dei pigmenti rosso, giallo, azzurro, componenti le varie tinte del modello. Basta dunque ripetere sopra una stessa lastra tre volte le stesse operazioni, impiegando: 1° per la immagine ottenuta attraverso il diaframma verde, un bagno colorante rosso; 2° per quella ottenuta col diaframma aranciato, un bagno azzurro; 3° per quella ottenuta col diaframma violetto, un bagno di giallo. I medesimi diaframmi, i medesimi *pigmenti* colorati servono a riprodurre tutti i soggetti policromi.

4, 11 Luglio. — M. MASCART. *Sulla misura assoluta della corrente per mezzo della elettrolisi.* — Come è noto W. Weber determinò l'equivalente elettrochimico dell'acqua ossia il peso di acqua decomposta in un secondo da una corrente la di cui intensità elettromagnetica è uguale all'unità; e prendendo come unità il millimetro e la massa del milligrammo, trovò il valore $0^{mgr},009376$. Le esperienze del Weber furon ripetute da Joule, Bunsen, Casselman, Cazin e Kohlrausch, ma con delle discordanze di più di uno per cento, dal numero di Weber. Il nostro A. ha creduto bene di rifare quella misura con un apparecchio assai più esatto di quelli dei nominati fisici. Tale apparecchio comprende due parti ben distinte: la misura chimica, e la misura elettrica della corrente. Per la prima si aveva un voltametro nel vuoto, e il liquido era reso conduttore dall'acido fosforico, con elettrodi di filo sottile di platino. Il gas era raccolto con una pompa a mercurio, ed era misurato allo stato secco. Così non vi era formazione di ozono, e non perdite di gas. I numeri così ottenuti sono perfettamente concordi con quelli che si hanno direttamente pesando dei metalli. Nulladimeno è più comodo far uso di tali pesate, e particolarmente impiegando l'azotato di argento.

Per la misura elettrica fu da altri fisici adoperata la bussola delle tangenti, oppure furono adoprati altri metodi che sempre esigevano la esatta misura della componente orizzontale terrestre; e tutto ciò complica troppo le esperienze. L'A. adoperò un elettrodinamemetro, fatto con due larghe

spirali piatte, orizzontali, ed una lunga spirale cilindrica sospesa al giogo di una bilancia, e con la base inferiore nel piano di simmetria delle due prime, e dove l'azione è massima, per cui l'equilibrio è stabile. L'A. dà alcune altre indicazioni, ma qui dobbiamo limitarci a dire che ogni esperienza durava da venticinque a quarantacinque minuti, il peso dell'argento variando da 700 a 900 milligrammi, stando l'azione della bilancia compresa fra 1500 a 4000 milligrammi. Tale azione è proporzionale al quadrato del peso dell'argento deposto nell'unità di tempo. Fu trovato per quell'equivalente il numero $0^{mgr},009373$.

M. CROULLEBOIS. *Sopra la esistensa di una equivalensa cinematica nell' ottica.* — La equivalenza fra un raggio rettilineo e due circolari inversi fu dimostrata dal Fresnel, e recentemente il Cornu (vedi più sopra) aggiunse a quella di Fresnel un' altra legge semplice. Airy nel 1828 indicò un'altra equivalenza dicendo che « un raggio rettilineo equivale a due elittici, rettangolari, simili e polarizzati « in senso opposto ». L'A. ricorda aver egli dimostrato in diversi modi tal sdoppiamento di raggi, ed estende in un caso molto complesso, allo sdoppiamento degli elittici la legge del Cornu. Nella sua esperienza l'A. fa cadere un raggio naturale sopra una delle faccie di un biprisma, fatto con due quarzi di una stessa rotazione, le di cui faccie terminali fanno un angolo di 10° con l'asse, e le di cui sezioni principali stanno rettangolarmente. L'angolo refringente del prisma è di 82°. Analizzando la esperienza l'A. trova che il raggio naturale si è diviso in due elittici contrarii, egualmente deviati dalla direzione assiale, ed in un naturale *residuale* che ha seguito quell'ultima direzione. Da ciò l'A. conclude che « lo « sdoppiamento di un'onda polarizzata rettilineamente in due « onde elittiche reciproche, si fa in modo che la velocità di « propagazione delle onde sdoppiate sia uguale a quella del« l'onda unica che esiste nelle condizioni in cui le cause « dello sdoppiamento non esistono ».

Ma al Cornu non parve che quella esperienza conducesse alla generalizzazione della sua legge.

18 Luglio. — M. LENGLEY. *Distribuzione della energia nello spettro normale.* — Per questo studio l'A. fa uso del galvanometro, ma alla pila termoelettrica ha sostituito un altro istrumento più sensibile di quella, e che ha chiamato bolometro, e che ha descritto nelle sue precedenti comunicazioni all'Accademia.

Nello spettro normale che ha sofferto l'assorbimento zenitale dell'atmosfera, la energia è debole nell'ultra violetto, cresce rapidamente verso l'azzurro, e fa contrasto con la lenta degradazione verso il rosso. Nel luogo stesso del *massimo* che si dice ordinariamente in quell'ultima regione, non vi ha realmente secondo l'A. che un punto di inflessione. La curva che indica la intensità luminosa coincide quasi esattamente nelle misure dell'A. con quella del calore, in luogo di esserne totalmente separata come si è creduto. La energia solare soffrirebbe un assorbimento enorme, specialmente per l'azzurro; e il *massimo* dalla D passerebbe nell'azzurro.

H. BECQUEREL. *Sopra un metodo per aumentare gli spostamenti del piano di polarizzazione della luce.* — Quando i raggi monocromatici polarizzati rettilineamente attraversano una lamina *mezz-onda,* i raggi emergenti sono polarizzati rettilineamente, in un piano che relativamente all'asse della lamina, è simmetrico al piano di polarizzazione dei raggi incidenti. L'A. descrive come, per mezzo della anzidetta proprietà di quella lamina, si debba operare per raddoppiare e triplicare le misure di quegli spostamenti, e così ammettere la precisione delle misure nella polarizzazione rotatoria.

L'A. ha fatto uso di quel metodo in un lavoro che sta facendo.

MM. MALLARD e LE CHATELIER. *Sopra le velocità di propagazione dell' accensione nei miscugli gassosi esplosivi.* — Gli Autori esperimentarono quella velocità in un tubo. Alle estremità del tubo vi è un foro sottile che va in un tubo di caucciu, il quale comunica con una piccola concamerazione piena di miscuglio detonante, e chiusa da una membrana elastica. Su questa membrana si appoggia lo stile che segna il suo tratto sul solito cilindro ruotante.

Perchè quella propagazione si faccia normalmente conviene che durante il fenomeno la parte del gas non accesa resti in riposo, il che avviene quando la velocità non è troppo grande. La velocità sembra aumentare nei luoghi prossimi ai ventri di vibrazione nel tubo. Riportiamo qui alcuni numeri.

Per il miscuglio H ed O, si ha, in volume,

per	$\frac{1}{3}$ O	la velocità è di	$17^m,3$
»	$\frac{1}{2}$ H	»	18, 0
»	2 H	»	8, 1.

Per H ed aria

0,20 H	velocità	$2^m,0$
0,40 H	»	4, 4
0,60 H	»	2, 3

per gas da illuminazione ed aria

0,20 gas	velocità	$0,^m9$
0,15	»	1, 0
0,175	»	1, 16

L'aumento di temperatura del tubo aumenta quella velocità. Il diametro del tubo vi influisce quando è piccolissimo e allora può la fiamma non continuarvi. La fiamma del miscuglio il più detonante di aria e del gas delle miniere, non si propaga in un tubo di $3^{mm},2$ di diametro.

C. RITTER. *Sopra lo sdoppiamento e l'allargarsi delle strisce colorate dell'arco baleno.* — Quest' arco è definito da due coni simili ad assi paralleli, i di cui vertici sono respettivamente nelle pupille dell' osservatore. Vicino molto all'osservatore i due coni sono separati fra loro, e ad $1^m,50$ di distanza cominciano a penetrarsi. Una costruzione geometrica dimostra che, stando p. es. gli occhi orizzontali, se le gocciole sono a meno di $1^m,50$ si vedranno due archi distinti che saranno discosti maggiormente nel senso dei loro dia-

metri orizzontali. Ad $1^m,50$ i due archi, il violetto dell'uno col rosso dell'altro, saranno a contatto; e per maggior distanza delle goccie si incrocieranno, senza confondersi.

Tutto questo si può verificare, volgendo le spalle al sole, e guardando dell'acqua lanciata da un polverizzatore, o da una spazzola bagnata e fregata con le dita. Si può anche osservare nelle tele di ragno, e nei getti delle fontane.

La larghezza delle strisce dell'arco baleno deve teoricamente essere maggiore nel senso del diametro paralello alla linea degl'occhi; ma non divien molto sensibile che quando le polveri acquose sono vicine all'osservatore, come nel caso dell'arco bianco nella nebbia.

25 Luglio. — MM. JACQUES e PIERRE CURIE. *I cristalli emiedrici a faccie inclinate, come sorgenti costanti di elettricità.* — Una lamina, convenientemente tagliata, di un cristallo emiedrico a faccie inclinate, e posta fra due foglie di stagnola, forma un condensatore, che si carica comprimendolo. Le sue due faccie si caricano di quantità uguali e di segno opposto; e se una delle faccie comunica col suolo l'altra dà una quantità determinata proporzionale alla pressione. Gli A. danno in misure assolute le quantità di elettricità svolte nella turmalina e nel quarzo dalla pressione. La quantità di elettricità data da una turmalina caricata di un chilogrammo, può dare ad una sfera di $14^{cm},2$ il potenziale di una Daniell; vale a dire, che quella quantità è uguale a 0,0531 unità C. G. S. elettrostatiche. Quando si vuole impiegare il cristallo come sorgente di elettricità si può esercitar la pressione con una leva; bisogna però avere un ambiente secco. Così si può ottenere una data carica, a seconda della pressione, e la lamina può essere un campione elettrostatico per la misura delle cariche e delle capacità elettriche.

Le misure furono eseguite con un elettrometro Thomson Mascart, caricato da una pila; e gli A. danno alcune indicazioni sul modo migliore a seguirsi.

5 Agosto. — M. JAMIN. *Sopra una modificazione della lampada elettrica.* — I carboni nell'aria bruciano, e così danno luogo a molti inconvenienti, fra i quali la oscil-

lazione nella intensità della luce. Il Jamin ha presentata all'Accademia una lampada che può ridursi a piccol volume, funziona nel vuoto, o in gas inerti, in mezzo a un globo di vetro intieramente chiuso. L'A. descrive minutamente tutti i cangiamenti che avvengono quando la lampada funziona in un gas che abbia azione sui carboni. L'azoto, l'acetilene, l'ossido di carbonio, il gas delle paludi e forse il solfuro di carbonio non hanno azione sui carboni, ma tutti gli altri gas sono decomposti, e danno luogo a prodotti indicati dall'A.

Nell'aria il vaso, o il globo, si empie di vapori rutilanti, per la combinazione dell'ossigeno con l'azoto, che poi dopo vien decomposta alla sua volta, e finalmente non resta che azoto ed ossido di carbonio. Ma durante questo tempo l'arco voltaico soffre diverse modificazioni, cangiando di colore, e in ultimo esso riman fisso, senza variare di intensità o di colore; e ciò è di grande importanza, perchè indica il mezzo di rimediare alle irregolarità di quella luce. In quest'ultima fase lo spettro è sparso di un gran numero di strie lucide, fini e quasi regolari, con dei massimi nel giallo-verde, nel verde, nell'azzurro e nel violetto, e che restano soli visibili, quando la luce è più debole: così lo spettro elettrico dei vapori di carbonio incandescenti senza bruciare.

Ordinariamente le cose vanno diversamente; il carbone brucia, l'arco è rosso, e ad intervalli irregolari si osserva lo spettro precedente, ed un altro spettro dovuto alla sola combustione, tutto diverso da quel primo, e che contiene molte strie lucide dovute alla combustione dei metalli mescolati al carbone. Le oscillazioni della luce indicano il passaggio da uno spettro all'altro quando i carboni sono nell'aria; e, se l'aria è limitata, lo spettro elettrico finisce col persistere indefinitamente. In quest'ultimo caso i carboni non si consumano più, e non vi è bisogno di cambiarli che quando si ripulisce la lampada. Bisogna dunque far piccole le dimensioni del globo di vetro, e impedire che l'aria esterna vi rientri quando il globo si raffredda, sempre permettendo all'aria interna la sortita; il che l'A. col mezzo di una valvula. Nella lampada dell'A. tutto è sostenuto da un piatto metal-

lico; un anello fissato al suo bordo con delle viti, vi regge un anello di caucciu, che da quel bordo si ripiega sulla campana di vetro ove stanno i carboni, e serve a reggerla con la sua pressione, e può allargarsi e lasciar sfuggire l'aria interna,

8 Agosto. — C. A. BJERKNES. *Sopra la imitazione, per mezzo idrodinamico, delle azioni elettriche e magnetiche.* — Il lettore può leggere un sunto di un precedente lavoro dell'A., sopra quella imitazione, nel tomo IX del *N. Cimento* pag. 236, 1881. Ora l'A. annunzia che le sue ricerche analitiche ed esperimentali hanno fatto molti progressi, sopratutto le esperimentali. Quando uno o più corpi vibrano in un fluido si formano delle oscillazioni nel fluido, per mezzo delle quali hanno luogo delle differenze di pressione che producono delle attrazioni o delle repulsioni apparenti fra que' corpi. Quelle oscillazioni del fluido sono, almeno nei casi più semplici, dirette secondo le linee magnetiche, e le oscillazioni così generate in un corpo differiscono soltanto nella intensità, da quelle che avrebbe la massa fluida della quale il corpo stesso occupa il luogo. Si formerebbe dunque un fluido idromagnetico e quel corpo è paramagnetico relativamente, se è più leggiero, e diamagnetico, se è più pesante di quella massa. Ma conviene rammentarsi che qui le repulsioni e le attrazioni hanno luogo inversamente che nel magnetismo. Le attrazioni e le repulsioni acustiche, studiate dal Guyot, e da altri, sono dello stesso genere.

L'A. annunzia di aver mostrate le esperienze alla Società di scienze di Cristiania. I suoi apparecchi sono all' esposizione di elettricità, ove si possono veder funzionare.

E. H. AMAGAT. *Compressibilità dell' acido carbonico e dell' aria a debole pressione e alta temperatura.* — Lo studio del fenomeno a deboli pressioni ed a basse temperature, ha una difficoltà che sparisce a pressioni maggiori e che è relativa alla correzione per la tensione del mercurio, tanto più che probabilmente quel vapore non è a densità costante al di sopra della colonna di mercurio, nel manometro. Le esperienze devono esser fatte senza riscaldare il mercurio.

Nell'apparecchio dell'A. la branca più lunga del manometro ad aria libera, porta accanto un regolo diviso con un cursore a indice mobile, per facilitare le letture; ma finchè si è potuto si fece uso del catetometro. Il gas era compresso in un recipiente in ferro, parzialmente pieno di mercurio, il quale era spinto nella grande branca del manometro dalla pressione del gas. Fu operato fino a 300°, e fino ad otto atmosfere, con l'acido carbonico e con l'aria. Questa segue regolarmente la legge di Mariotte a partire da 100°, e fino ad otto atmosfere. Per l'acido carbonico, a 50° ed a 100°, le differenze con quella legge sono ancora sensibili, ed aumentano con la pressione iniziale. A 200°, quelle differenze sono dello stesso segno, ma minori; ed a 300°, sono sensibilmente nulle fra una e due atmosfere, sensibili fra due e 4 atmosfere, non sembrano aumentare con la pressione iniziale; il che mostra che probabilmente a più alta temperatura, esse cangierebbero di segno avvenendo come per l'idrogeno.

E. AMAGAT. *Nota sull' azione dell' ossigeno sul mercurio, alla temperatura ordinaria.* — L'A. in questa nota rileva l'errore, in cui si è generalmente, che l'ossigeno e il mercurio, perfettamente secchi, abbiano azione l'un sull'altro. Quell'errore fu cagionato da una frase di una memoria del Regnault, ma questo fisico in un altro luogo di quella memoria corregge quell'errore.

A. ANGELIN. *Sopra il riscaldamento nei vagoni, nelle vetture ecc. con l' acetato di soda cristallizzato.* — Con l'acetato di soda, in virtù del suo forte calor latente di fusione, si può immagazzinare una quantità di calore molto più grande che con l'acqua. Sono state fatte delle prove in Francia; si è fatto un contratto con le ferrate portoghesi, e forse si farà con le italiane. Si fanno prove in Spagna ed in Inghilterra.

G. TROUVÈ. *Ricerche sulla fabbricazione dei magneti.* — Queste ricerche ebber lo scopo di trovar l'acciaio migliore, il grado di tempera e il modo di calamitare più conveniente. Il migliore acciaio è quello della fabbrica Allevard. Fu fatto un gran numero di saggi. Dopo aver tagliate le sbarre di lunghezza, si calamitavano, si misurava la loro forza di tra-

zione, e poi si tempravano e si calamitavano nuovamente. Se le forze di trazione nella prima calamitazione stavano p. es. come 2, 3, 4, le forze stesse dopo l'ultima calamitazione a saturazione, stavano come 4, 9, 16 ecc.

È indispensabile una tempra regolare. Le sbarre eran riscaldate col gas, a temperatura costante; e per magnetizzarli eran posti in due solenoidi sovrapposte, e il circuito magnetico era chiuso con placche di ferro dolce. La pila era con sei elementi Wollaston. Tali magneti, rettilinei, portavano fino a quattordici volte il loro peso; ed a ferro di cavallo, fino a più di cinquanta volte.

Journal de Physique 1881.

Aprile — J. JOUBERT. *Teoria delle macchine a correnti alternative.* — In una nota precedente l'A. indicò il suo metodo per lo studio delle macchine magneto-elettriche: (vedi *N. Cimento,* t. IX. pag. 112) ora egli fa noti alcuni resultati. La teoria elementare di queste macchine è semplice. Sia p. es. la macchina di Clarke, e supponiamo che uno dei rocchetti sia di faccia al polo A; sia S la superficie totale compresa dalle spire di un rocchetto, ed H la intensità media del campo magnetico nel luogo del rocchetto; la quantità totale di elettricità messa in moto sarà SH, e quando lo stesso rocchetto sarà arrivato al polo B, sarà quella quantità — SH, da sottrarsi alla prima. Così la quantità totale sarà 2SH divisa per R, resistenza del circuito. Ma però la legge di Ohm non è qui esattamente applicabile, e con delle numerose esperienze l'A. trovò che la intensità media della corrente soddisfaceva alla relazione

$$(1) \qquad I = \frac{e}{(R^2 + a^2)^{\frac{1}{2}}},$$

ove a è una costante proporzionale alla velocità nella macchina, ed e è uguale alla forza elettromotrice massima, della macchina a circuito aperto, divisa per la radice quadrata di 2.

L'A. poi dimostra con un calcolo che la (1) rappresenta realmente la legge del fenomeno, e non è una formula empirica, perchè con quel calcolo egli arriva ad una formula della stessa forma della (1), e che è la seguente:

$$(2) \qquad I = \frac{\frac{E_0}{\sqrt{2}}}{\left(R^2 + \frac{4\pi^2 U^2}{T^2}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

U è il *flusso di forza* (*flux de force*) emanante dal sistema indotto quando è attraversato dall'unità di corrente, ossia il coefficiente di *self-induction*; T è la durata di un periodo durante il moto della macchina; e_0 è il valor massimo della forza elettromotrice, quando per una data intensità del campo, la velocità è di un giro al secondo, ed n periodi per giro, di guisa che si ha

$$E_0 = \frac{e_0}{nT}.$$

Il lavoro elettrodinamico totale della macchina sarà $W = RI^2$. W divien nullo quando la resistenza è infinita; ma dapprima cresce con la resistenza, ed acquista un massimo quando

$$R = \frac{2\pi U}{T}.$$

La I non cresce indefinitamente con la velocità, e tende al valor limite

$$I_0 = \frac{e_0}{n \,.\, 2\pi U \,.\, \sqrt{2}}.$$

Quella che corrisponde al lavoro massimo, è

$$I_m = \frac{e_0}{4n\pi U}.$$

In questa classe di macchine la forza elettromotrice è molto grande, e perciò sono adatte alla divisione della luce

elettrica. La maggior parte delle macchine a correnti continue ha una forza elettromotrice molto minore.

Questi sono i principali risultati del lavoro dell'A.

E. MERCADIER. *Sopra la radiofonia.* — Seconda Memoria. — Di questi pregevoli lavori del Mercadier abbiamo già molto riferito nei sunti dei *Comptes rendus*; e per difetto di spazio non potremmo qui trattenerci maggiormente.

M. HURION. *Applicazione delle frange di Talbot alla determinazione degl'indici di refrazione dei liquidi.* — Nei sunti dei *Comptes rendus* demmo un cenno di questo lavoro (*N. Cimento* t. IX, 138). Ora l'A. fa del suo apparecchio una descrizione accurata, ma che qui non potremmo riferire in sunto.

A. CROVA. *Apparecchio per proiettare le immagini ad una distanza qualunque, con ingrandimento variabile.* — È composto di due lenti, l'una convergente e l'altra divergente, ma della stessa distanza focale. Si possono avvicinare ed allontanare fra loro, e son mobili lungo un regolo graduato e con cremagliera. Tal sistema equivale ad una lente sola di ingrandimento variabile. Fu costruito dal Duboscq, e sarà molto opportuno nei corsi.

E. REYNIER. *Pila voltaica energica e costante, che ha residui suscettibili di essere rigenerati per elettrolisi.* — (Vedi *N. Cimento,* t. VIII. pag. 66).

Maggio. — A. CORNU. *Studi fotometrici.* — È la descrizione di alcuni fotometri fondati sulla proprietà delle lenti, di dare all'immagine focale una forma indipendente dalla grandezza e dalla forma dell'apertura della lente, e intensa proporzionalmente alla superficie di quell'apertura.

Due obbiettivi acromatici, identici, incrociano i loro assi principali circa ad una distanza doppia della loro distanza focale; ed ognun di loro forma sopra uno scherma bianco la immagine di un piccolo diaframma rettangolare, che è al foco coniugato dello scherma. Dietro ad ognuno dei due diaframmi stanno le due sorgenti di luce. Sistemi di lamine metalliche, moventesi a cremagliera, e di forma opportuna variano la superficie scoperta delle lenti per rendere uguali

le intensità delle due immagini. Ognuno dei due sistemi è formato da due lamine che possono strisciare l'una sull'altra: e portando ognuna di esse un'apertura, o diaframma, quadrangolare che si sovrappone all'apertura dell'altra lamina, lascian sempre libera alla luce un'apertura della stessa forma, ma variabile di grandezza fino ad esser chiusa, e col centro fisso. Naturalmente convien disporre tutto in modo che le due immagini si tocchino con due loro bordi e che siano ben nette. Quando le luci sono molto intense si può diminuire l'apertura degli obbiettivi; e se le luci non sono dello stesso colore, si posson osservare le due immagini con un vetro colorato opportunamente scelto. Come esempio istruttivo, l'A. cita il caso della fiamma a petrolio a calzetta piana, che vista per taglio è dieci volte più intensa che vista di fronte.

Allo schermo opaco se ne può sostituire uno translucido, e si possono anche osservare le due immagini direttamente, cioè senza schermo, ma allora bisogna far coincidere gli assi principali delle lenti. Per quest'ultimo scopo l'A. impiega una lamina di vetro, non stagnata, che riflette a 45°, i raggi di una delle lenti, essendo attraversata dai raggi dell'altra.

Nel fotometro, chiamato dall'A. *microfotometro,* la lamina è di vetro nero, con uno degli spigoli rettilinei è normale al piano degl'assi principali, i quali passano per un punto di quello spigolo. Un microscopio, a non forte ingrandimento vede contemporaneamente da un lato e dall'altro di quello spigolo le due immagini.

Si ha uno *spettro-fotometro* facendo cadere le immagini sulla fenditura di uno spettroscopio; l'una direttamente, e l'altra per mezzo del solito prisma a riflessione totale. Così si osservano contemporaneamente, l'uno sull'altro gli spettri delle due luci. Si intende che l'A. entra in diversi dettagli per facilitare l'uso di questi apparecchi, e per far comprendere la loro esattezza.

C. DAMIEN. *Indice di refrazione dell'acqua in soprafusione.* — L'Autore misurò gli indici corrispondenti alle tre strie dell'idrogeno, con un prisma di 60° all'angolo

refringente. Per temperature minori di 0°, non si può raffreddare artificialmente il prisma in queste esperienze, che furono eseguite nell'inverno, in una stanza a finestre aperte e senza fuoco; e così si potè esperimentare fino a — 8°. Il passaggio a 4°,0 non turba per nulla la variazione regolare degl'indici, che continuano a crescere da 0° in giù, abbenchè la densità diminuisca. Il che fu già osservato dal Jamin. L'A. ha inoltre determinati i valori del coefficiente A della nota formula del Cauchy. Dalla tavola data dall'A. prendiamo i valori seguenti,

t	H_α	H_β	H_γ	A
8°	1,33203	1,33798	1,34132	1,32481
4	18	12	48	95
—2	28	23	58	5
—8	33	28	62	11.

G. LIPPMANN. *Studio delle proprietà ottiche di una lamina metallica polarizzata dalla corrente.* — L'A. ha risposto al seguente molto interessante quesito. Il ritardo di fase sofferto da un raggio luminoso riflettendosi, sul platino o sull'argento, è modificato dalla polarità galvanica del metallo? Le esperienze sui fenomeni di interferenza e di diffrazione dimostrarono che quella polarizzazione non varia sensibilmente le costanti ottiche di una superficie metallica.

E. BIBART. *Sopra la passività del ferro.* — L'A. comincia dal rammentare diverse ed antiche esperienze, e poi descrive le sue, e conclude che la passività del ferro non è prodotta, come si crede, da uno strato di un sotto-azotato insolubile, e neppure da uno strato di biossido di azoto; essa è dovuta o ad uno strato di ossido, o ad uno strato di ossigeno. Lo strato di ossido serve di vernice inattaccabile, e quello di ossigeno serve pure da strato protettore, ma un semplice urto può fargli perdere la sua passività; se però a poco a poco quello strato di ossigeno ossida il metallo, questo allora perde difficilmente quella sua proprietà.

A. CROVA. *Iscrizione meccanica delle figure del Lissajous.* — Si ha un pendolo formato da una bacchetta di ferro

lungo la quale può traslocarsi la massa pesante. Il coltello del pendolo riposa sopra i soliti cuscinetti orizzontali; ma al di sopra del coltello la bacchetta si prolunga sostenendo orizzontalmente una tavoletta, la di cui superficie superiore è cilindrica, con un raggio uguale alla sua distanza dalla linea del coltello. Su questa superficie si può mettere un foglio di carta; e se si ha un altro pendolo piuttosto lungo e grave, come quello che serve nei corsi per la esperienza del Foucault, e provvisto di un pennello o stile leggero per disegnare su quel foglio, facendo oscillare i due pendoli che hanno i loro punti di sospensione sulla stessa verticale, si possono aver disegnate le traiettorie di un punto animato contemporaneamente da due oscillazioni pendolari ad angolo retto, e a differenza di fase. Un apparecchio di questo genere era, se non erro, anni sono nella esposizione di fisica a Londra; ma quello del nostro A. par più semplice, e di una forma più conveniente ad una chiara dimostrazione nei corsi.

A. CROVA. *Proiezione delle figure di Lissajous, con differenze di fase variabili a volontà.* — È noto che si fa variare il periodo di vibrazione di un corista, con dei corsoi a peso, scorrenti sulle branche del corista; ma ora il Crova propone per lo stesso scopo un mezzo molto ingegnoso, più semplice, e molto più delicato ed esatto del primo. Egli pone una piccola calamita temporaria fra le branche del corista, e mobile normalmente al piano delle branche. L'azione di questa calamita fa l'effetto di un peso, ma applicato alle branche, e che può esser regolato facilmente a piacere. Proiettando col noto metodo le figure di Lissajous, si posson queste render fisse o mobili modificando il periodo di uno dei coristi. A queste esperienze servono gli elettro-diapason del Mercadier, montati sul *support universel* del Duboscq. L'A. entra in molti dettagli per quelle proiezioni, ma noi al solito ci dobbiamo limitare alla parte essenziale.

Giugno. — M. MASCART. *Sopra i registratori della elettricità atmosferica, e del magnetismo terrestre.* — L'A. ha già fatto costruire uno di questi registratori, che funziona da due anni al collegio di Francia; ma il suo meccanismo è

delicato, ed esige molta sorveglianza ed abilità dell'osservatore. Ora i recenti progressi della fotografia, lo hanno indotto ad approfittarne per modificare quel suo primo registratore che si può veder descritto nel t. VII. del *Journal de Phy.* Un breve sunto per quegl'apparecchi non sarebbe possibile.

E. MERCADIER. *Sopra la radiofonia.* (3ª memoria). — L'A. è arrivato alla *riproduzione termofonica del canto e della parola articolata*, facendo riflettere il raggio sopra uno specchio piano sottilissimo, e che perciò si deforma quando un osservatore parla dietro di lui. Per la forma di questo *trasmissore* veggasi il *N. Cimento* t. X, pag. 82, nei sunti dei *Comptes rendus.* Per il *ricettore*, cioè l'apparecchio a cui va applicato l'orecchio, l'A. consiglia uno dei suoi tubi, nei nostri sunti già descritti. È un piccol tubo di vetro lungo circa $0^m,06$, e grosso circa $0^m,01$, con entro una lamina di mica affumicata sulle due facce. Come già dicemmo, un tubo di caucciu riunisce il *ricettore* al *trasmissore.* L'A. descrive le sue esperienze nel laboratorio, con la luce solare, e con la luce elettrica.

E. BOUTY. *Sopra la contrazione dei depositi galvanici, e sopra la loro relazione col fenomeno di Peltier.* — Il Bouty nel suo lavoro, «Sopra alcuni fenomeni calorifici e meccanici che accompagnano la elettrolisi» (*N. Cimento,* t. VII, pag. 61) fenomeno dal Bouty e dal Mills scoperto contemporaneamente (*Proc. of the R. S. London,* t. XXVI) e nei suoi lavori «Sopra un fenomeno analogo a quello di Peltier» (*N. Cimento,* id. pag. 65) «Fenomeni termoelettrici ed elettrotermici al contatto di un metallo e di un liquido» e «Sul cangiamento di volume che accompagna il deposito galvanico» (*N. Cimento,* t. IX. pag. 256) ha stabilito, 1°, che i depositi galvanici soffrono una diminuzione di volume, da cui risulta una compressione sul corpo che li riceve; 2°. che il fenomeno di Peltier si produce alla superficie di contatto dell'elettrodo e dell'elettrolite; 3°. che quei due fenomeni sono intimamente connessi, il primo derivando dal secondo. Il lavoro presente riassume i precedenti e ne accenna con chiarezza i punti principali, aggiungendo nuove osservazioni.

L' A. dimostrò che il riscaldamento dell'elettrode, su cui si forma il deposito metallico, è rappresentato dalla formula

$$E = -ai + bi^2,$$

ove a è una costante relativa al calore assorbito in virtù del fenomeno Peltier nella superficie di contatto fra il metallo ed il liquido dell'elettrolite, e b è una costante caratteristica del calore svolto nel liquido, in virtù della sua resistenza, e presso al bulbo metallizzato del termometro elettrode. Per valori maggiori di $i = a:b$, E è positivo, e per gli altri valori è negativo. Quel valore particolare $a:b$ si dice il *punto neutro di temperatura.*

Per la contrazione A, riferita all'unità di volume, l'Autore trovò

$$A = -a'i + b'i^2,$$

a' e b' essendo costanti analoghe ad a ed a b, e secondo questa formula vi ha altresì un *punto neutro di compressione*; e per correnti deboli, secondo l'esperienza si ha una dilatazione invece di una compressione.

Il termometro-elettrode è affetto dalla temperatura media posseduta dal liquido in un piccol volume attorno al bulbo; ma quella temperatura non è uguale a quella del metallo che vi si deposita sopra, e gli può essere superiore, e talvolta inferiore, perchè vi è calore svolto in virtù della resistenza del liquido, e calore assorbito in virtù del fenomeno Peltier. Per esempio: una corrente si propaghi in una fune composta di più fili metallici immersi in un mezzo poco o nulla conduttore, e il termometro sia presso a que' fili, in quel mezzo. Una corrente non troppo debole scalderà quei fili, che avranno allora una temperatura superiore a quella indicata dal termometro. Ma se tutti que' fili, accanto al termometro avessero una saldatura termo-elettrica, e se la corrente avesse una opportuna direzione, e fosse sufficientemente debole, quelle saldature avrebbero una temperatura inferiore alla media indicata dal termometro.

Ritornando ora alla esperienza dell' A. vediamo che se il

metallo che si deposita ha una temperatura superiore alla media del liquido, egli dopo si raffredda e perciò si contrae, e vi ha compressione sul bulbo del termometro; e nel caso contrario, quando il metallo è più freddo del liquido, il deposito si dilata. Se il punto neutro di compressione non coincide col punto neutro di temperatura, ciò dipende da che la temperatura delle molecole metalliche che si depositano, non dipende che dal calore svolto in uno strato di grossezza molecolare, mentre che la temperatura del termometro dipende da quella di strati di grossezza sensibile; e d'altronde esistono nel liquido delle azioni chimiche secondarie e delle fisiche, indipendenti dal fenomeno studiato, che agiscono sul termometro, senza alterare le leggi del calore svolto nelle molecole metalliche, nell'istante in cui si depositano.

M. BRILLOUIN. *Distribuzione* (etablissement) *delle correnti elettriche in un sistema qualunque di fili conduttori immobili.* — È il sunto di una tesi stampata negl' *Ann. de l'École Norm.* 1881. Si tratta di quella distribuzione durante il periodo variabile.

Nella prima parte del suo lavoro si dimostra, che siccome le intensità delle correnti non aumentano indefinitamente col tempo, ne segue: 1°. che il potenziale di un circuito chiuso sopra se stesso debba esser sempre positivo. 2°. che i potenziali sopra se stessi ed i potenziali mutui di un numero qualunque di circuiti chiusi soddisfanno alla relazione

$$\Delta = \begin{vmatrix} W_{11} + W_{12} + \ldots . W_{1n} \\ W_{21} + \ldots\ldots\ldots\ldots W_{2n} \\ \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ W_{n1} + \ldots\ldots\ldots\ldots W_{nn} \end{vmatrix} \geqq 0$$

ove W_{hk} indica il potenziale mutuo dei circuiti *n* e *k*.

Nella seconda parte del lavoro l'A. considera dei sistemi di fili che si riuniscono tutti in certi punti, dall'A. detti *sommità*, e disposti in guisa che si possa sempre andare da una estremità all'altra di uno stesso filo, per una via com-

posta di fili diversi da quel primo. Allora si può ammettere che in ogni istante la corrente sia la stessa, in ogni punto di uno stesso filo.

A ciascuna sommità corrisponde la condizione $\Sigma i = 0$, i essendo la intensità della corrente in un filo qualunque.

Per porre le equazioni relative ad ogni filo, convien tener conto, delle azioni induttive delle correnti, e dell'azione della elettricità libera distribuita sulle superficie dei fili.

La forza elettromotrice di induzione, per due circuiti chiusi, è dovuta ad una variazione nella intensità della corrente e, come è noto, espressa da

$$-W\frac{di}{dt} \quad \text{essendo} \quad W = \iint \frac{\cos\varepsilon}{r}\, ds\, ds'$$

e si può dunque per una rete qualunque di fili, esprimere quella forza con

$$-\Sigma \frac{di}{dt} W .$$

L'integrale doppio W ha il nome di *potenziale mutuo*, oppure di *coefficiente di induzione mutua* fra due fili.

Sia AB un filo, ove è posta una pila di forza elettromotrice E, V_A e V_B indicano i potenziali elettrostatici alle estremità A e B. La forza elettromotrice dovuta alla distribuzione superficiale della elettricità sarà $V_A - V_B$. Durante il tempo dt, il calore svolto nel filo è Ri^2dt, e il lavoro chimico è $Ei\,dt$. Il lavoro delle forze elettromotrici sarà dunque

$$\left(V_A - V_B - \Sigma W \frac{di}{dt}\right) i\,dt .$$

Essendo i circuiti immobili, il lavoro delle forze elettrodinamiche dovrà esser nullo, onde si avrà

$$Ri^2dt = Ei\,dt + (V_A - V_B) - \left(\Sigma\, W \frac{di}{dt}\right) i\,dt$$

e quindi per un dato filo, di data resistenza R_1,

$$E_1 = R_1 i_1 + \sum_{p=1}^{p=n} W_{1,p} \frac{di}{dt} p + V_B - V_A .$$

Così si ottengono delle equazioni lineari a coefficienti costanti, che si integrano come è noto, con delle somme di esponenziali. Si può dunque porre in generale

$$i_p = \frac{E_p}{R_p} + A_p e^{\alpha t},$$

$$V_q - V_0 = B_q e^{\alpha t},$$

e formare la equazione F (α), la quale come è noto, risulta dalla eliminazione delle A e delle B fra quelle equazioni medesime. L'A. dimostra che tutte le radici di F (α) sono reali ed ineguali, e tutte negative o nulle; e che non possono introdursi nè seni nè coseni del tempo, nelle espressioni delle intensità, e dei potenziali, relativi alle anzidette *sommità*, onde non può esservi alcun fenomeno periodico.

Si intende che qui abbiamo riferiti i soli resultati più interessanti, dal punto di vista della fisica, mentre abbiamo dato un'idea generale del lavoro.

Luglio. — R. BLONDLOT. *Ricerche esperimentali sopra la capacità della polarizzazione voltaica.* — Lo scopo del lavoro è « di misurare la più piccola quantità necessaria per « comunicare, per polarizzazione, a un elettrode una forza « elettromotrice determinata ». Attenderemo la fine del lavoro per dirne i resultati.

E. BOUTY. *Equazioni fondamentali del magnetismo indotto, secondo il Maxwell.* — Ha lo scopo di facilitare al lettore la lettura di una memoria del Greenhill, inserita pure nel *Journ. de Phy.* ma può esser utile anche indipendentemente da ciò.

G. GREENHILL. *Sul magnetismo indotto in un elissoide vuoto.* — Pregevole lavoro analitico.

F. DE ROMILLY. *Macchine elevatorie ed apparecchi pneumatici.* — Gli apparecchi fino ad ora costruiti non innalzano l'acqua a più di 40 metri; e la macchina dell'A. la innalza a 150. Essa consiste principalmente in una turbina, molto semplice, e in un tubo fisso. Per avere un apparecchio pneumatico si unisce alla turbina un apparecchio di aspirazione. L'A. descrive tutto con l'aiuto di varie figure

F. ZETTERMANN. *Ricerche sul calore specifico dei miscugli di acqua e dei tre alcool primari* $C^2H^4O^2$, $C^4H^6O^2$, $C^6H^8O^2$. — Il metodo è simile a quello adoperato dal Pfaunder e dal Jamin, e perciò non è descritto dall' A. Due calorimetri cilindrici di argento sottile, alti circa $0^m,16$, e di $0^m,025$ in diametro, son tutti fasciati in spirale da fili di rame coperti di seta. La resistenza di questi fili era di 30 Siemens circa. I termometri erano affidati ai turaccioli dei calorimetri, e questi furon posti entro tubi cilindrici di legno, con fodere di seta e piuma di cigno; e poi tutto questo entrò in altri due simili cilindri di legno. Uno dei calorimetri era pieno di acqua, e funzionava da galvanometro; e nell' altro calorimetro era il liquido da studiarsi. La pila era composta da 18 elementi Leclanché, e disposta in un sol circuito coi due fili del calorimetro. La temperatura media delle esperienze era di circa 20°. Ecco la tavola che riassume i risultati ottenuti. La prima colonna dà il peso dell' alcool in 100 parti del miscuglio, le altre colonne danno i calorici specifici.

	$C^2H^4O^2$	$C^4H^6O^2$	$C^6H^8O^2$
10	1,018	1,052	1,055
20	0,989	1,043	1,082
30	0,966	1,012	1,032
40	0,902	0,946	0,972
50	0,841	0,878	0,908.

Ann. de Chim. et de Phy. XXII, 1881.

E. H. AMAGAT. *Memorie sulla compressibilità dei gas ad alte pressioni.* — Son due memorie, delle quali la prima si trova negl' *Annales* del 1880. L'Autore fece un manometro ad aria libera, con tubi sottili di acciaio, affidati alla parete del pozzo di una miniera, e così potè esperimentare da 75 fino a 430 atmosfere; e con un apparecchio simile a quello del Pouillet esperimentò nel suo laboratorio fino a 400 atmosfere, con l' aria, l' ossigeno, l' idrogeno, l' ossido di carbonio, il formene e l' etilene. L' Autore dà su quel genere di apparecchi molti dettagli, che il più delle volte non si trovano

neppure nelle memorie originali. Qui non possiamo riferire la descrizione di quegli apparecchi, che d' altronde esigerebbe alcune tavole; e ci limiteremo a dire che per l' azoto si aveva una pompa con un serbatoio a mercurio, il pezzo che reggeva il manometro, e il tubo anzidetto di acciaio. La pompa avea $0^m,28$ di diametro e sul mercurio, invece dell' acqua, si mise, con molto vantaggio, la glicerina, che tiene ingrassata la pompa e non introduce umidità nel mercurio. Il manometro di cristallo ove è il gaz ha i diametri di $0^m,01$, $0^m,001$, la parte visibile di $0^m,50$, e termina superiormente in punta affilata e capillare. Non è masticato nel pezzo ma termina con un rigonfiamento, ed è introdotto in un lungo astuccio di cuoio opportunamente disposto. Non vi è alcun pezzo masticato; il che, come è chiaro, rende comodo ed esatto l' apparecchio. I tubi aveano i diametri, interno ed esterno, di $0^m,002$ e $0^m,005$, e lunghi circa 25^m. Per unirli insieme, l'estremità di uno è incastrata in un cilindro di ferro che ha in bronzo una madre vite, e l' estremità del tubo seguente è incastrata in un simil pezzo con la vite maschio. Una rotella di cuoio, posta in guisa che premuta non otturi i tubi, è premuta fra quei due pezzi; e così si fa la riunione dei tubi. Conviene che quelle rotelle non possino allargarsi, premute, onde poter servire bene. Un' altra indicazione utile è di non serrare ancor più fortemente una giuntura, quando ne sorte il mercurio; perchè per lo più tal rimedio è inutile, e si rompono i pezzi; meglio è rifare la giuntura. L' Autore descrive come ha operato per valutare le temperature, per graduare il tubo del gas, e per avere i gas puri e secchi. Per i suoi resultati l' A. ha costruito delle curve, ove le ascisse con dei millimetri rappresentano le pressioni in metri, e le ordinate sono proporzionali alle differenze fra il prodotto pv e 1000. Il prodotto pv varia per l' etilene più che per gli altri gas. Tutti i gas, eccetto l' idrogeno, hanno un minimo per pv, posto alle pressioni seguenti in mercurio. Azoto 50^m, Ossido di carbonio 50, Ossigeno 100, Formene 120, Aria 65, Etilene 65. Un altro punto, che presenta pure molto interesse, è quello ove il gas si allontana massimamente dalla

legge di Mariotte, nel periodo della sua maggior compressibilità, e su ciò l'A. rammenta una formula ch' egli diede tempi indietro, ma dovremmo estenderci troppo per riferire le considerazioni che l' A. fa in proposito. L' insieme dei resultati mostra, molto probabilmente, che quando in un gas *pv* aumenta con la pressione, il gas è ad una temperatura superiore al *punto critico.*

Nella seconda memoria si studia la influenza della temperatura, per l' azoto, l' idrogeno, il formene, l' etilene e l' acido carbonico; e l' apparecchio è quello della prima memoria. Per aumentare la temperatura vi è, per tener l' acqua, una concamerazione a vetri, serrati fra loro con delle striscie di caucciu vulcanizzato. La memoria contiene molte pagine di resultati numerici e di curve. Ecco i resultati generali:

1°. A pressioni minori della critica, la deviazione (*l' écart*) dalla legge di Mariotte, positivo per una bassa temperatura divien nullo, e dopo negativo, aumentando la temperatura; ma a partire da un certo valor negativo, va sempre diminuendo senza cangiar di segno.

2°. A pressioni fra il punto critico ed un limite superiore, speciale a ciascun gas, il periodo della deviazione positiva, è preceduto, a più bassa temperatura, da un periodo ove la deviazione è negativa, per cui questa cangia due volte di segno.

3°. A partire dal limite superiore, indicato nella legge precedente, la deviazione è sempre negativa. Diminuisce generalmente aumentando la temperatura, salvo quando le pressioni sono vicine ad un limite, ove la variazione di quella deviazione è più complicata.

4°. A partire da una temperatura sufficientemente alta, la legge di compressibilità dei gas è rappresentata da $P(V-\alpha) = \text{cost.}$ essendo α il più piccolo volume che possa esser preso dal gas, vale a dire il volume assoluto della materia che lo forma. Ma con quest' ultima legge, si vuol dir soltanto che, al di là di una certa temperatura, tutte le anzidette curve divengono linee rette.

5°. I coefficienti di dilatazione dei gas (relativo alla

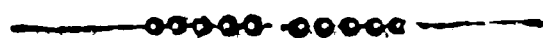
unità di volume) aumenta con la pressione fino ad un massimo, e dopo decresce indefinitamente.

6°. Tal massimo ha luogo alla pressione per la quale pv è minimo, ossia quando, *accidentalmente*, il gas segue la legge di Mariotte.

7°. Crescendo la temperatura, tal massimo finisce col disparire.

L'A. termina il suo lavoro con delle considerazioni sul *covolume*, che noi potremo solo alcun poco accennare. La già più sopra indicata relazione $p(V-\alpha)=b=$ cost. ci dice che per $p=\infty$ si ha $V=\alpha$, ossia che α è il volume del gas per una pressione senza limite, a temperature date, come fu detto. Sembra all'A. che sia razionale il dire che α sia il volume assoluto della materia dell' unità di volume del gas, perchè allora le molecole e gli atomi si toccheranno. Duprè nella sua *Thèorie mècanique de la chaleur*, conduce ad una legge sui *covolumi* che ha analogia, con quella espressa dalla precedente equazione: ma l'A. osserva che quella legge non può essere ammessa; e fa inoltre alcune altre osservazioni sopra altre dell'Hirn (Hirn. *Thèorie mèc. de la chaleur*). Si rammenta pure come la teoria del Clausius renda semplicemente ragione della deviazione anzidetta. La legge $p(V-\alpha)=b$. esprime un resultato della esperienza; esprime *la legge limite alla quale convergono tutti i gas innalzando la temperatura*, α e b dipendendo dalla natura del gas. Facendo $V-\alpha=W$, W sarebbe il volume *interatomico*, ed α è il coefficiente angolare della linea retta rappresentata da quella equazione.

X.



QUALCHE RAGGUAGLIO SOPRA UNA MACCHINA MAGNETO-ELETTRICA CON VOLANO ELETTRO-MAGNETICO TRASVERSALE COSTRUITA DA ANTONIO PACINOTTI.

Fra gli apparecchi che ho presentato alla esposizione internazionale d'Elettricità in Parigi vi è una macchina magneto-elettrica non grande, ma nemmeno di dimensioni molto piccole giacchè pesa poco più di cento chilogrammi, circa alla quale desidero dare qualche ragguaglio ai lettori del *Nuovo Cimento*.

Due elettro calamite in forma di E Ǝ rilegate fra loro da grosse viti di ottone costituiscono la parte fissa della macchina e stanno fra loro contrapposte con i poli di nome contrario distanti assai poco. Fra questi poli sta girevole il filo destinato a produrre la corrente indotta avvolto in una serie di venti matasse addossate e portate da un'asse di rotazione in modo da costituire una specie di volano che dirò elettro-magnetico perchè il filo che lo costituisce vien percorso da una corrente elettrica esercitante azione magnetica, e dirò trasversale perchè le comunicazioni del commutatore che sta sull'asse di tal volano elettro-magnetico avvengono nel modo stesso che nelle altre mie elettro-calamite trasversali già note (1).

Per facilitare l'apprezzamento del modo col quale son disposte le venti matasse del filo indotto sul pezzo girevole o volano della macchina trascrivo qui un foglio redatto or già da sei anni ossia nell'epoca nella quale avevo incominciato a costruire qualche piccolo modello di volano elettro-magnetico.

(1) *Nuovo Cimento*, fasc. di Giugno 1864. *Descrizione di una macchinetta elettromagnetica* del Dott. Antonio Pacinotti. — *Nuovo Cimento*, fasc. di Settembre e Ottobre 1874. *Descrizione del gomitolo elettromagnetico ec.* Del Dott. Antonio Pacinotti.

« La serie delle spire a D costituenti il conduttore chiuso di questa speciale elettro calamita trasversale è rappresentata in modo schematico nella qui unita fig. 1ª *(Tav. III)* pel caso di sole dieci spire onde metter sott' occhio l' andamento che in essa prendono le correnti elettriche anche quando è molto più numerosa. Col segno rettilineo e grosso A B accennando il conduttore diametrale della prima spira o più propriamente l'insieme dei conduttori diametrali della prima matassa moltiplicatrice e col segno quasi semi circolare e grosso BC accennando la parte periferica per la quale comunica in C col secondo conduttore diametrale C E, e così seguitando nella fig. 1ª ho rappresentato con segno grosso le spire che si formano prima che il loro conduttore diametrale abbia girato di mezza circonferenza, e col segno sottile quelle che poi si formano egualmente girando dell' altra mezza circonferenza in modo che il conduttore periferico torni in A al di sopra dello estremo libero del primo conduttore diametrale a chiudersi con esso per una saldatura. Per indicare nella rappresentazione schematica l'ansa di filo che si lascia nella comunicazione fra un moltiplicatore e il successivo e la lamina del commutatore ad essa saldata ho segnato fra una spira e l'altra i prolungamenti del conduttore periferico *c*C, *f*F, *h*H... *a*A. Fra due di tali prolungamenti per mezzo delle mollette di contatto sul commutatore ed i reofori esterni si stabilirà la comunicazione trasversale. Se per es. fra i reofori esterni è inclusa una pila, giunga ad A l'elettricità positiva e bipartendosi per le due vie che gli offre il conduttore chiuso tale elettricità vada a scaricarsi da M. Seguendo il conduttore con il verso delle frecce ho segnato in ciascuna parte la direzione della corrente. Come i conduttori periferici sono in fatto più ravvicinati e stretti fra loro di quanto mostra la fig. 1ª. ho nella fig. 2ª. riportato in ciascuna parte con la loro direzione tante frecce quante volte la corrente rimane attiva all' esterno del volano. Se si considera l'insieme delle correnti rispetto al diametro GF è facile riconoscere che la loro azione esterna equivarrà a quella che potrebbe avere della elettricità che percorresse il diametro GF e le semicirconferenze

di cui congiunge gli estremi nelle direzioni indicate dalle frecce della fig. 3ª che rappresenta la più semplice elettro-calamita trasversale.

« Sulla faccia anteriore del volano alla sinistra dello osservatore amperiano che personifica la corrente si otterrà un polo N al di sotto del diametro GF; ed alla destra un polo S al di sopra; sulla faccia posteriore si otterranno poli contrari come accennano le lettere punteggiate nella fig. 3ª. Presso una faccia del volano si pongono nel meridiano GF i poli influenzati di una elettro-calamita fissa, e presso l'altra faccia contrapposti ai primi con nome contrario, si collocano i poli di un'altra elettro-calamita fissa, ed è chiaro che potrà ottenersi un moto rotatorio del volano se una corrente d'elettricità percorre le spire delle calamite fisse e quelle del volano nel modo indicato: o viceversa potrà ottenersi una corrente di elettricità nel circuito di tutte le spire che si origini per induzione nel volano con le direzioni indicate se questo venga fatto ruotare in verso contrario da un motore. »

Sebbene i miei primi tentativi di volani elettromagnetici rimontino alla primavera del 1875, la macchina esposta venne da me costruita in Cagliari con l'aiuto dell'officina Doglio e del meccanico G. Dessi nella primavera del 1878, ed anche più recentemente sono stati rinnovati gli sfregatori sul commutatore di essa. Un disegno dettagliato sarebbe utile per esprimer completamente la costruzione di tal macchina; ma intanto si può avvertire che le superfici polari delle calamite fisse sono estese in modo che la loro influenza reciproca si esercita sulla massima parte della superficie delle matasse del volano. Circa al modo col quale le matasse del volano sono sostenute e poste in comunicazione si può avvertire, che incominciai dal fissare e tornire sull'asse un cilindro di legno sulla superficie esterna del quale fissai con viti parallelamente all'asse, venti liste di ferro sporgenti sopra un fianco, munite ciascuna di un pezzo di ritegno pel filo di rame coperto di seta e di vernice. Saldai ad uno di tali pezzi di ferro sporgenti il principio del filo conduttore che avvolsi a costituir la prima matassa appoggiandolo ai ritegni dei suc-

cessivi pezzi di ferro per una mezza circonferenza e tornando quasi lungo il diametro al sostegno di partenza. Prima di passare ad avvolger la matassa successiva saldai il filo al pezzo di ferro diametralmente opposto a quello di partenza. Poi la matassa successiva fu fatta andando con i tratti di filo diametrali ai sostegni di ferro contigui e così di seguito, fino a che dopo venti matasse il filo tornò al ferro di partenza e fu ad esso saldato. Un secondo cilindro di legno alquanto cavo quasi del diametro del primo, venne fissato all'asse e sulla superficie di esso vennero avvitate le porzioni delle liste di ferro che tuttora rimanevano sporgenti. Queste liste di ferro, oltre a servire di sostegni, servono ancora ad aumentare l'influenza magnetica fra le due calamite fisse e fra esse e le spire del volano; servono di più come pezzi di contatto del commutatore giacchè per le saldature fatte, ciascuno di essi comunica con il fine della matassa precedente e col principio della successiva. Sul largo commutatore costituito da tali liste di ferro appoggiano quattro spazzolini di fili d'ottone per raccogliere le correnti indotte durante la rotazione, ed ho munito ciascuno di tali sfregatori di un piccolo serbatoio d'acqua onde impedire riscaldamenti dannosi. La rotazione deve farsi nel verso nel quale gli sfregatori la permettono. Una delle coppie degli sfregatori invia la corrente raccolta nei quattro rocchetti di filo di rame grosso, avvolti sulle calamite fisse nel verso che fa aumentare il magnetismo, l'altra coppia degli sfregatori somministra la corrente d'uso esterno.

Circa agli esperimenti fatti con tal macchina riferirò soltanto il più recente eseguito nella officina Doglio in Cagliari il 12 Giugno 1881. La macchina era stata avvitata su due travi fortemente fissati davanti ad una locomobile della forza nominale di quattro cavalli, e poteva ricever movimento dalla grande puleggia della locomobile per mezzo di una bona cigna chiusa che passava anche sulla puleggia esterna dell'albero del volano elettromagnetico della macchina. Per far funzionare la macchina il rubinetto di ammissione del vapore nella locomobile dovette essere aperto assai poco in modo

che il meccanico sig. Gioda giudicava che venisse impiegato effettivamente circa un solo cavallo di forza. Un contatore di giri appoggiato all'albero del volano elettro-magnetico della macchina, indicò circa 600 giri al minuto primo. La corrente esterna data dalla macchina mantenne accesa una discreta luce elettrica fra punte di carbone di storta; mantenne rovente al rosso chiaro un filo di ferro del diametro di sei decimi di millimetro e della lunghezza di 25 centimetri, e lo fece bruciare allorchè la lunghezza di esso fu ridotta a circa un decimetro.

Sebbene tal risultato non ponga di già la macchina a volano elettro-magnetico trasversale al di sopra delle congeneri ad anello, ed a gomitolo, tuttavia la disposizione del volano elettro-magnetico non mi sembra disprezzabile specialmente nel caso delle forti velocità giacchè la macchina costruita è suscettibile di alcuni miglioramenti.

Onde mostrare che la costruzione del volano elettro-magnetico può esser fatta anche senza alcun pezzetto di ferro, aggiungerò alcuni paragrafi che scrissi il 29 Maggio 1875 per descrivere una macchinetta a volano elettro-magnetico da me allora costruita pel Gabinetto di Fisica Tecnologica della Università di Pisa.

« Di lamina di rame ho provvisto un assai forte numero di strisce piegate a guisa della lettera D secondo una semicirconferenza ed il suo diametro, ma per modo che la parte a semi-circonferenza non sia attaccata alla parte diametrale che da un lato, per es. dal lato superiore. Da quel lato stesso la parte diametrale ha un prolungamento terminato ad un arco di cerchio concentrico e di raggio maggiore per circa un centimetro del raggio della semi-circonferenza esterna. Al centro la lista diametrale è munita di un foro. Infilandogli pel foro centrale sopra un medesimo asse d'ottone coperto di carta pergamena, ho sovrapposto al primo di questi D un secondo in modo che sian volti dalla medesima parte ma girati l'uno sopra l'altro di un poco, ed ho saldato l'estremità libera del primo semi-cerchio con quella libera del diametro del secondo, interponendo poi un foglio di carta pergamena

verniciato in modo che le due lamine a D non posson comunicare fra loro che per la saldatura. Al secondo ho saldato un terzo D nel medesimo modo, e così ho continuato avanzando con i prolungamenti delle aste diametrali per l'intera circonferenza, e sempre isolando bene le superfici del conduttore che allora ho chiuso con una laminetta di rame saldata alla estremità dell'ultima semi-circonferenza ed alla parte diametrale della prima fra le lamine a D. Ho stretto l'insieme del conduttore chiuso così disposto fra due piccoli scudi guarniti di legno e portati a vite dall'asse passante per i fori centrali, ed ho dato più stabilità alla specie di volano resultato con legature fatte serrando fra loro le semi-circonferenze ».

« L'asse di rotazione sostenuto orizzontalmente da cuscini e munito di un rocchetto sul quale passa una cigna, può esser fatto ruotare assai rapidamente. Uno dei reofori comunica con una serie di mollette fra loro vicine portate dalla tavola di sostegno in modo che appoggiano contro i prolungamenti diametrali della parte inferiore del volano; l'altro reoforo comunica con un'altra serie di mollette sostenuta da un architrave di legno contro la parte più alta degli stessi prolungamenti diametrali del volano. Ai sostegni dell'asse del volano ho attaccato due elettro-calamite curve in modo che le loro estese superfici polari si trovano presso l'una e l'altra faccia del volano con le parti centrali sul diametro perpendicolare a quello delle mollette di comunicazione, e da un lato e dall'altro delle mollette il volano è compreso fra poli che devono esser contrari. Stabilite le comunicazioni, e chiuso il circuito con un galvanometro, imprimendo al volano una rotazione, l'ago del galvanometro devia per una corrente indotta continua ».

Disposizioni simili ma con più stabilità nei sostegni, e con filo più grosso sulle elettro-calamite fisse, potranno essere adoprate quando si voglia ridurre minima la resistenza di macchine magneto-elettriche senza ferro esposto ad inversioni magnetiche.

Nel 1875 feci ancora altri due piccoli volani elettro-

magnetici; in uno di essi il conduttore è un filo di rame coperto di seta e di vernice, nell'altro il conduttore è un nastro di rame rivestito di nastro di cotone e di vernice; in ambedue le matasse quasi in forma di D sono strette fra loro da legature, e si sostengono da loro stesse a costituire il volano.

Parigi, il 29 Settembre 1881.

A. PACINOTTI.



SINTESI DI VARII E NUOVI COMPOSTI ORGANICI PER VIA ELETTRICA; SECONDA NOTA PRELIMINARE DEI DOTT.i A. BARTOLI E G. PAPASOGLI.

Nella nota pubblicata nel *Nuovo Cimento* S. 3. Vol. VIII 1880 (1), annunziammo che i carboni in generale e più particolarmente quello detto di storta, immersi nell'acqua distillata, e funzionando da elettrodo positivo, quando erano traversati da una corrente elettrica, davano, consumandosi, oltre l'anidride carbonica e l'ossido di carbonio dei prodotti della serie benzocarbonica, cioè acido mellico, idromellico ed altri ancora.

Questi prodotti sono indipendenti dalla presenza dell'idrogeno che sempre accompagna il carbone, poichè avendo noi preparato carbone purissimo, ottenuto facendo passare per più giorni una corrente di cloro sopra sottili cilindri di carbone di storta tenuti costantemente al calor rosso, abbiamo constatato che anco in questo caso si produce l'acido mellico e diversi suoi derivati, quantunque l'analisi di 10 grammi di carbone così purificato col cloro non ci abbia dato la più piccola traccia d'idrogeno.

(1) Vedi anche *Gazzetta Chimica*, anno XI, pag. 286. *Naturforscher*, Bd. XIV, S. 122.

Seguitando lo studio dei prodotti a cui il carbone dà luogo in diversi elettroliti, abbiamo intanto potuto stabilire che i prodotti della serie benzo-carbonica produconsi in copia soltanto negli elettroliti alcalini, in quelli acidi si trovano appena piccole quantità di tali prodotti.

Che il carbone di storta o di legno comunica agli elettroliti alcalini un intenso colore nero, che resta sciolto nel liquido stesso, a differenza di quello che fa la grafite la quale per quanto stia lungo tempo in contatto con l'elettrolite sotto l'influenza dell'elettricità, non comunica a questo colorazione veruna, o debolissima (1). Che gli elettroliti acidi per quanto a primo aspetto sembrino colorati in nero per l'azione del carbone e della corrente pur nondimeno con una semplice filtrazione divengono incolori o appena colorati.

Che infine mentre tanto negli elettroliti acidi quanto in quelli alcalini si forma un deposito nero di carbone disgregato; questo nei primi è mescolato con un abbondante quantità di una sostanza nera che ha proprietà ben differenti del carbone; nei secondi tale sostanza è in piccola quantità o manca completamente.

Per mostrare l'energia con la quale la corrente distrugge il carbone di storta, uniamo a questa nota la figura *(Tav. IV)* di tre carboni di storta a grandezza naturale stati in tre diversi elettroliti. Dalla loro configurazione si può facilmente vedere anco il modo differente col quale la corrente agisce nei diversi elettroliti (2).

(1) Differenza marcatissima fra il carbone e la grafite da aggiungersi alle altre già note. Vedi *Dizionari di Chimica* alla parola *acido grafitico.*

(2) La figura I rappresenta un parallelepipedo rettangolo di carbone di storta, che ha servito per trenta giorni da elettrodo positivo nell'acqua stillata, con una pila che dapprincipio era di 1200 Daniell, e che di poi si venne gradatamente diminuendo a misura che cresceva la conducibilità dell'acqua per la formazione degli acidi mellico, idromellico, ecc. La figura II rappresenta un pezzo uguale al primo di carbone di storta, che ha servito per 15 giorni da elettrodo positivo, in una soluzione di idrato potassico. La figura III un pezzo di carbone di storta che ha servito per breve tempo da elettrodo positivo in una soluzione di acido solforico. Si noterà che nei due ultimi elettroliti il carbone si è andato consumando nella parte immersa, con regolare assottigliamento; mentre il carbone nell'acqua stillata si consumava

Le proprietà della sostanza nera che trovasi mescolata al carbone sono le seguenti. Si riduce in polvere con gran facilità, la sua frattura è concoide e le parti staccate sono lucide a mo' del carbon-fossile. Non fonde nè cristallizza; è insolubile negli alcooli, metilico, etilico, amilico, glicerina, nell'etere nel cloroformio, benzina, olii leggieri del petrolio, naftalina, paraffina, essenza di trementina; è solubile, ma poco, nell'acqua pura fredda; un po' più nella bollente e la sua soluzione è precipitata dagli acidi e dai sali minerali; è solubile nelle soluzioni alcaline, e nell'acido solforico monoidrato e freddo, l'aggiunta di acqua la precipita inalterata dalla soluzione solforica. La sua densità è di circa 1,7. Si fissa con tenacità sulle fibre vegetali, i filtri traverso i quali è passata la sua soluzione restano completamente tinti di un bel nero lucido e le loro parti soprammesse rimangono dopo asciutte talmente aderenti l'una all'altra ed anco all'imbuto stesso da non poterle staccare senza lacerazione.

La sua proprietà saliente è quella di combinarsi con grande facilità, anco a temperatura ordinaria con l'ossigeno per formare l'acido mellico e suoi derivati; proprietà che la distingue completamente dalle sostanze ulmiche con le quali forse taluno con esame superficiale la potrebbe confondere.

La sua soluzione acquosa esposta all'aria lentamente inacidisce ed in essa dopo lungo tempo si trovano i detti acidi: la soluzione facilmente è soggetta ad ammuffire.

gradatamente dalla parte inferiore andando in su, senza assottigliamento del carbone.

Durante il corso di esperienze sulla elettrolisi dell'acqua con elettrodi di carbone accadde a uno di noi, per una disavvertenza, di tenere chiuso con le due mani per circa dieci secondi il circuito della grande pila: il paziente soffrì una fortissima scossa nelle braccia e nelle gambe, e alcune piuttosto forti bruciature nelle due mani, mentre cercava invano di liberarsi dai due fili reofori.

La resistenza interna della pila si poteva valutare a 1400 Siemens, circa; quella del paziente da una mano all'altra 3600 Siemens, circa; la forza elettromotrice della pila equivaleva a 1200 Daniell circa, ovvero a 13200 all'incirca in unità Siemens-Jacobi: se ne deduce in via approssimativa, che la quantità di elettricità che passò per il corpo del paziente era tale, che passando per un voltametro avrebbe potuto decomporre tanta acqua che il volume normale del gas tonante svolto fosse circa $\frac{1}{2}$ di centimetro cubo.

Energica poi è la reazione che avviene fra questa sostanza ed una soluzione concentrata d'ipoclorito alcalino; questi corpi appena messi in contatto fra loro a freddo, svolgono un intenso calore con sviluppo d'acido carbonico, mentre che si formano quantità notevoli, di acido mellico, e di altri acidi benzo-carbonici, che sono gli stessi che si riscontrano nell'acqua elettrolizzata con elettrodi di carbone. Per separare gli acidi ottenuti in questa reazione si ricorre ad un metodo analogo a quello che indicammo per l'acqua (vedi *N. Cimento*, Novembre 1880), vale a dire che la soluzione di ipoclorito filtrata si tratta con nitrato di bario: il precipitato che si ottiene lavato si scioglie con soluzione di HCh; la parte disciolta in HCh si precipita con l'ammoniaca; il precipitato ch'è la mescolanza degli acidi benzocarbonici si riduce a sali sodici: la soluzione dei sali sodici, acidulata con acido acetico, dà un precipitato F con l'addizione di cloruro calcico: nel liquido acetico filtrato l'addizione di ammoniaca e cloruro calcico determina un nuovo precipitato roseo Φ: si filtra ed al filtrato si aggiunge cloruro di bario che determina un nuovo precipitato bianco K.

Il precipitato F è mellato calcico: infatti bollito con carbonato ammonico, filtrato, aggiunta ammoniaca ed evaporato lentamente, forma dei bellissimi cristalli incolori, trasparenti. Questi cristalli scaldati per un'ora in stufa a corrente d'aria a 155°, si trasformano in una sostanza insolubile nell'acqua, solubile in ammoniaca, dove col nitrato d'argento dà un precipitato gelatinoso; sostanza che per le sue proprietà si riconosce facilmente per *paramide*. La parte solubile è invece formata da eucronato ammonico: infatti ricavatone l'acido libero, questo si riconosce per eucronico alla macchia azzurra che dà sopra una lastra di zinco; macchia che resiste ai mezzi meccanici, che all'aria torna ben presto al bianco, e che passa al porpora con gli alcali.

Utilizzando questa reazione indicata dal Wöhler si potrebbe mostrare rapidamente anche a un uditorio la formazione dell'acido mellico; anche quando i prodotti ottenuti fossero esigui.

Noi abbiamo confermato che F era mellitato calcico, con le analisi elementari del sal d'argento e dell'acido libero, nonchè con le determinazioni della calce, della barite e del piombo nei sali di calcio, di bario e di piombo.

Determinazione del calcio nel mellato ottenuto nelle elettrolisi dell'idrato potassico con elettrodi di carbone di storta.

I. Grammi 0,2480 sal di calcio seccato a 150° dettero grammi 0,0920 di CaO cioè grammi 0,0657 Ca, onde Ca °/₀ è = 26,49.

II. Grammi 0,4200 sal di calcio seccato a 150° dettero grammi 0,1540 di CaO ovvero grammi 0,1100 di Ca, onde Ca °/₀ è = 26,19. Il mellato calcico C_{12} Ca_3 O_{12} dà 26,317 °/₀ di Ca.

Analisi del mellato d'argento, preparato dall'acido mellico, ottenuto nella elettrolisi dell'idrato potassico, con elettrodi di carbone di storta.

I. Grammi 0,7260 di sal d'argento seccato a 100° dettero grammi 0,3900 di CO_2, onde il carbonio per 100 è 14,65. Il mellato d'argento C_{12} Ag_6 O_{12} deve dare 14,63 °/₀.

Analisi dell'acido mellico ottenuto nella elettrolisi dell'acqua stillata con elettrodi di carbone di storta.

Grammi 0,180 di acido libero secco dettero grammi 0,280 di CO_2 e grammi 0,030 di H_2O. Contiene dunque 42,42 °/₀ di C; e 1,81 °/₀ di H. L'acido mellico C_{12} H_6 O_{12} dovrebbe dare 42,107 °/₀ di C e 1,75 °/₀ di H.

Analisi del sal d'argento ottenuto nella elettrolisi dell'acqua con elettrodi di carbone di storta.

Grammi 0,416 sal d'argento seccato a 100° dettero 0,213 di CO_2 cioè 14,10 °/₀ di carbonio.

Analisi del sal di calcio ottenuto nelle elettrolisi dell'acqua col carbone di storta.

Grammi 0,279 sal di calcio seccato a 150° dettero grammi 0,103 di CaO ovvero grammi 26,36 °/₀ di Ca.

Omettiamo per brevità, in questa nota preliminare altre numerose analisi fatte sui sali di calcio, d'argento, di piombo e di bario.

Così pure sono stati studiati ed analizzati gli acidi dei sali Φ, K nonchè un altro acido che si ottiene nella reazione precedente il cui sal di bario è solubile nell'acqua. Nella memoria originale che presto pubblicheremo ne saranno date per esteso le proprietà, le composizioni nonchè la equazione della reazione dell'ipoclorito sulla sostanza nera di cui si è parlato.

Questa sostanza nera all'analisi ha mostrato esser costituita da carbonio, idrogeno ed ossigeno; ne daremo la formula in una nota ventura quando avremo studiate più estesamente le sue proprietà. Intanto a questa sostanza noi pensiamo dare il nome di *mellogeno* ovvero *mellitogeno*, qual generatore di acido mellico ovvero *mellitico*.

Dopo aver conosciute le principali proprietà del mellogeno facilmente si comprende come negli elettroliti alcalini si trovino abbondanti quantità di acidi benzo-carbonici e poco mellogeno, mentre che negli elettroliti acidi abbondi quest'ultimo mancando quasi totalmente i primi. Infatti essendo il mellogeno solubile nei liquidi alcalini, l'ossigeno che sviluppasi dal polo positivo, si trova in diretto contatto col mellogeno sciolto, e facilmente lo attacca ossidandolo, mentre negli elettroliti acidi l'azione dell'ossigeno è debole o nulla, poichè appena formato il mellogeno resta insolubile e la maggior parte deposita al fondo del voltametro rendendosi così molto limitato il contatto fra l'ossigeno ed il mellogeno stesso.

Oltre i corpi che trovansi sciolti o sospesi nei diversi elettroliti, abbiamo studiato anco i prodotti gassosi che si svolgono nella reazione elettrolitica. Al polo negativo in tutti i casi studiati, anco se l'elettrodo è di carbone si ha copioso sviluppo di idrogeno; al polo positivo si sviluppa una mescolanza di anidride carbonica di ossido di carbonio e poco ossigeno, e la qualità e quantità dello sviluppo gassoso dipende dalla qualità dell'elettrolite, dalla intensità della corrente e dalla grandezza della superficie dell'elettrodo di carbone.

Studiando il caso più semplice cioè l'acqua, abbiamo constatato dunque che lo sviluppo dei gas al polo positivo cresce col crescere della intensità della corrente. Infatti avendo inserito nello stesso circuito del voltametro ad elettrodi di carbone, un voltametro normale con fili di platino per elettrodi, abbiamo trovato:

1°. che il volume dell'idrogeno svolto in questo è sempre sensibilmente uguale a quello dell'idrogeno svolto dall'elettrodo di carbone nell'altro voltametro.

2°. che per ugual superficie di carbone positivo, quando la corrente è debole, lo svolgimento gassoso all'elettrodo positivo riferito ad un litro d'idrogeno misurato nel voltametro normale è piccolissimo.

3°. che crescendo l'intensità assoluta della corrente cresce lo sviluppo gassoso al polo positivo per ogni litro di idrogeno.

Da ciò ne risulta che la superficie dei carboni rimanendo la stessa, la quantità dei prodotti benzo-carbonici che si ottengono in queste reazioni, decresce col crescere della intensità della corrente.

Gli elettroliti sperimentati sino ad ora, sono le soluzioni degli alcali fissi e dei loro carbonati e bicarbonati; con questi abbiamo già detto che formansi abbondanti quantità di prodotti. Le soluzioni degli acidi minerali cloridrico, nitrico, solforico fanno produrre molto mellogeno ma pochi prodotti mellici; quelle degli acidi organici FORMICO, ACETICO, non subirono modificazione, e come negli acidi minerali insieme al carbone disgregato al fondo del voltametro trovammo mellogeno. L'acido ossalico invece, adoperato come elettrolite sparì quasi completamente trasformandosi in acido carbonico (1) con la solita formazione di mellogeno.

Sperimentammo poi con l'alcool etilico, la glicerina, il fenol.

(1) Questo è ciò che doveva avvenire anche con elettrodi di platino. Vedi *Kolbe*, *Bourgoin* ec. *Ann. de Chim. et Phy.*. 4. serie, T. XIV, p. 157, *Ann. der Chem. und. Pharm.*, Bd. LXIX. Compara anche i Dizionari di Chimica di Wurtz e di Watt's.

L'alcool [1] come è noto oppone gran resistenza alla corrente, ma reso leggermente alcalino potè esser da essa elettrolizzato. Lo svolgimento gassoso da polo positivo, carbone, era piccolo, l'idrogeno si sviluppava abbondantemente. A fine d'esperienza il liquido aveva acquistato un colore scuro ma non molto intenso ed il carbone era pochissimo consumato, percui piccolo il deposito al fondo del voltametro. L'alcool era stato appena modificato ed i prodotti della sua modificazione furono l'aldeide insieme ad i suoi polimeri ed un poco d'acido acetico misto a resina d'aldeide. Anco la glicerina [2] diluita e resa leggermente alcalina fu sperimentata; in questo caso il carbone si disgrega molto, ed insieme al carbone disgregato trovasi molto mellogeno. A termine d'esperienza abbiamo trovato nel liquido glicerico, dell'acroleina, dell'acido acrilico, ed in piccola quantità, una sostanza acida, semisolida deliquescente che dà con l'acetato di piombo un sale insolubile, con gli alcali e le terre alcaline dei sali incristallizzabili solubilissimi nell'acqua, i primi solubili anco nell'alcool, i secondi affatto insolubili nell'alcool assoluto. Scaldata su lamina di platino rigonfia e brucia lasciando un abbondante residuo di carbone. È solubile nell'alcool, insolubile nell'etere, riduce fortemente il liquor di Feheling, l'indaco, ed i sali ferrici.

Sperimentammo anco sopra la glicerina resa leggermente acida, ma pure in questo caso trovammo gli stessi prodotti ed in piccola quantità; solamente il deposito di carbone fu maggiore e maggiore la quantità di mellogeno mescolato ad esso [3].

(1) L'alcool etilico impiegato fu da noi stessi preparato purissimo.

(2) Impiegammo sempre glicerina purissima distillata nel vuoto.

(3) L'elettrolisi dell'alcool etilico con elettrodi di platino è stata già studiata da diversi sperimentatori. Il Riche studiò l'elettrolisi dell'alcool addizionato di acido idroclorico, il D'Almeida e Deherain l'alcool addizionato d'acido azotico e il Jaillard l'alcool mescolato ad 1 °/₀ di acido solforico. Compara Wurtz *Dictionnaire de Chimie*, t. 2. pag. 1221. Recentemente il sig. Renard in una sua interessante memoria (*Ann. de Chimie et de Physique*, 5. s. t. 17, pag. 289) è ritornato sullo studio della elettrolisi degli alcooli.

L'elettrolisi con elettrodi di platino della glicerina resa conduttrice da acido solforico, fu già studiata dal Werther (*Fortschritte der Physik*, XIX s. 439). Re-

Mentre nei due casi precedenti gli elettroliti furono poco modificati dall'azione della corrente, non fu così nel caso del fenol (1).

La soluzione di questo corpo in un leggero eccesso di idrato potassico, fu sottoposta all'azione elettrica e del carbone. In poco tempo acquistò un intenso colore scuro che aumentò sempre e divenne al termine dell'esperienza quasi nera.

Durante il passaggio della corrente l'idrogeno si sviluppò abbondantemente dal polo negativo, platino, ma al polo positivo, carbone, appena si notava sviluppo gassoso.

Al termine dell'esperienza il liquido aveva appena odore fenico, era divenuto assai scuro ed il voltametro conteneva al fondo un abbondante deposito nero.

L'elettrodo positivo, formato da una larga lastra di carbone era considerevolmente corroso, e la parte immersa che tuttora restava aderente si disgregava facilmente soltanto con una leggiera pressione.

Il liquido dopo averlo filtrato, e filtrò con molta difficoltà, fu trattato con un piccolo eccesso di acido cloridrico; si ottenne un copioso sviluppo di acido carbonico proveniente dalla decomposizione del carbonato potassico che si era formato durante il passaggio della corrente, e nel liquido si formò un abbondante precipitato fioccoso color castagno scuro.

Raccolto su filtro, il precipitato fu lavato con acqua fredda, nella quale è pochissimo solubile, per togliere l'eccesso di acido cloridrico e quindi con etere per estrarvi una piccola quantità di una sostanza che insieme è precipitata dall'acido cloridrico.

La sostanza bruna che chiameremo per ora A, purificata

centemente il sig. Renard ha ripreso questo studio (l. c). Anche noi spinti dalle nostre indagini abbiamo dovuto per confronto ripetere l'elettrolisi della glicerina con elettrodi di platino, ma in condizioni assai diverse da quelle in cui sperimentarono i sullodati autori. Ben presto ne pubblicheremo il resultato.

(1) Prendemmo del fenol cristallizzato purissimo che ci procurammo dal Trommsdorff di *Erfurt*. Così pure tutti i reagenti e composti organici da noi impiegati erano di assoluta purezza. Ci furono procurati dalla casa Trommsdorff di Erfurt e da noi, se ne era il caso, di nuovo purificati.

in questo modo, ha le seguenti proprietà. È solida, di aspetto brillante, friabile, non fonde, brucia difficilmente senza fiamma, è pochissimo solubile nell'acqua fredda poco nella calda, insolubile nell' etere, nella benzina, nel cloroformio. È solubile nell' alcool al quale comunica una intensa colorazione nera, il suo potere colorante ch' è molto intenso è aumentato dagli alcali nelle soluzioni dei quali si scioglie con gran facilità. È leggermente acida, non cristallizza nè cristallizzabili sono i suoi sali.

La sua soluzione alcalina riduce fortemente il liquor di Feheling, precipita con le terre alcaline in bruno, in nero brillante con l' acetato neutro di piombo, dà pure un precipitato rosso scuro col nitrato d' argento.

Il composto argentico fatto bollire con un eccesso d' ammoniaca nella quale è solubile, presenta un bell' esempio di dicroismo, il liquido è rosso e limpido per trasparenza, azzurro per riflessione.

La proprietà più importante dell' acido A è la seguente: Messo a bollire per molte ore con acqua acidulata con HCh si scinde in due sostanze B e C, la prima B nera è molto somigliante nell' aspetto ad A ed è insolubile nell' acqua e nell' etere; la seconda C invece è un po' solubile in acqua e assai nell' etere. Ambedue B e C sono assai solubili nell' alcool. Le proprietà che distinguono B da A sono le seguenti: B bollita con acqua acidula non dà prodotti solubili nell' etere; la soluzione ammoniacale del suo sale d' argento, preparato per doppia decomposizione per mezzo del nitrato d' argento è dicroica, ma per riflessione non è *bleu* ma tende al verde. Le altre proprietà sono analoghe a quelle di A.

Le proprietà di C sono le seguenti: è solido, di colore rosso scuro, trasparente, non cristallino, fonde a 60°. È solubile nell'acqua fredda ma poco, e discretamente nella bollente; leggermente scaldato ha grato odore che rammenta la conserva di tamarindo. Ha reazione acida; è solubilissimo nell'etere e la soluzione eterea è rossa per trasparenza e per riflessione tende al verde; è solubilissimo nell'alcool con fluorescenza verde. Si combina cogli alcali formando dei sali so-

lubilissimi incristallizzabili colorati in rosso scuro. La soluzione di questi sali riduce fortemente il liquor di Feheling. Col nitrato d'argento ammoniacale dà un liquore dicroico rosso per trasparenza bianco celeste per riflessione. Scaldato su lamine di platino brucia con fiamma lasciando un residuo carbonoso. I sali di calcio e di bario sono leggiermente solubili in acqua, quello di piombo è insolubile.

Ecco le analisi dei composti A, B, C; una per composto riserbandoci a trascriverle per esteso nella memoria che presto pubblicheremo.

Analisi elementare di A.

Grammi 0,534 di sostanza seccata a 100° dettero grammi 1,294 di CO_2 e grammi 0,196 di H_2O onde

$$C\,\%= 66{,}086; \qquad H\,\% = 4{,}076.$$

Analisi elementare di C.

Grammi 0,370 di sostanza seccata a 100° dettero grammi 0,853 di CO_2 e grammi 0,176 di H_2O onde

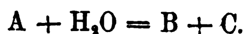
$$C\,\% = 62{,}876 \qquad H\,\% = 5{,}285.$$

Analisi elementare di B.

Grammi 0,349 di sostanza seccata a 100° dettero grammi 0,844 di CO_2 e grammi 0,121 di H_2O. Riducendo a 100

$$C\,\% = 65{,}93 \qquad H\,\% = 3{,}85.$$

Lo studio dei sali di queste tre sostanze, e lo studio delle trasformazioni ci condurrà a trovare la loro costituzione. Intanto anticipiamo la notizia che la trasformazione di A nei composti B e C è molto probabilmente rappresentata dalla formula



$$A + H_2O = B + C.$$

Queste proprietà di A lo riavvicinano ai glucosidi. Oltre i prodotti di cui ora abbiamo tenuto parola, un'altra sostanza D si estrae dal liquido primitivo cloridrico. Essa è cristallina,

solubile nell'acqua, etere, alcool, producendo soluzioni debolmente fluorescenti, ha reazione fortemente acida, attacca lo zinco con svolgimento di idrogeno: ha il suo sale ammonico neutro cristallino (in lunghi aghi) e forma col piombo e coll'argento dei sali insolubili; riduce fortemente il liquor di Feheling. Disseccata sotto campana con $H_2 SO_4$ dalla soluzione acquosa, fonde a $+ 93°$.

Quando torneremo a parlare della elettrolisi del fenol con elettrodi di carbone daremo per esteso la composizione e le proprietà principali di tutti questi corpi.

Aggiungeremo infine che è nostra intenzione, terminati gli studii in corso, completare le nostre ricerche con uno studio calorimetrico dei fenomeni che si compiono nei voltametri a elettrodi di carbone, studio che non può andar disgiunto dalla determinazione delle calorie di formazione di alcune delle sostanze da noi scoperte e segnatamente del mellogeno ovvero mellitogeno, che ha una funzione così importante nella formazione degli acidi benzo-carbonici per via elettrica. A tale uopo fu in questo anno corredato di convenienti apparecchi il Gabinetto di Fisica di questo Istituto. Di poi è nostra intenzione (se non ci scarseggieranno i mezzi materiali) estendere le nostre indagini ai composti basici contenenti azoto ed ai loro sali, scelti come elettroliti impiegando elettrodi di carbone; e infine a ripetere l'elettrolisi dell'acqua e delle soluzioni dei diversi alcoli esaminate in questa nostra nota con altri elettrodi attaccabili e segnatamente di stagno e di silicio.

Dal Gabinetto di Fisica dell'Istituto Tecnico di Firenze.
Li 29 Agosto 1881.



SU LE LEGGI DELLE POLARITÀ GALVANICHE; NOTA DEL PROFESSORE ADOLFO BARTOLI.

Il sig. Blondlot in uno dei fascicoli del *Journal de Physique* di questo anno (Maggio 1881, pag. 218), fa un sunto di una mia memoria « Su le leggi delle polarità galvaniche » pubblicata negli *Atti della R. Accademia dei Lincei* (Maggio 1880) e nel *Nuovo Cimento* (Maggio 1880) facendolo seguire da alcune osservazioni. Avendo letto attentamente il sunto del sig. Blondlot mi sono convinto, o che ed in qualche parte di quel mio lavoro mi sono espresso poco chiaramente o che egli ne ha preso cognizione leggendolo di seconda mano da qualche sunto straniero. Supposta la prima ipotesi mi sforzerò in questa nota a dissipare quell'oscurità che possono aver nociuto al giovane fisico francese per la completa intelligenza della memoria originale.

Ma prima riferirò le osservazioni che il sig. Blondlot fa in proposito di quel mio lavoro.

Egli incomincia coll'osservare che «.... on peut seule-« ment reprocher à l'auteur de n'avoir pas tenu un compte « suffisant des travaux antérieurs aux siens ». Vero è che in quella mia memoria sono ripetutamente citati i lavori del Varley, del Kohlrausch, dell'Exner ec., ed anche una noterella dello stesso sig. Blondlot relativa al soggetto da me trattato.

Il cronista francese descrive poi il metodo tenuto da me in quelle ricerche. L'interruttore secondo lui è « constitué « par un poids dont la chute fait mouvoir différents leviers « établissant et rompant le circuit polarisant ». Così il sig. Blondlot crede aver dato un'idea di quell'ingegnoso e preciso apparato che è l'interruttore Felici: invero la descrizione comoda e generale che egli ne dà si potrebbe applicare a un

gran numero di interruttori e regolatori elettrici, anche ad alcuni degli orologi elettrici stessi.

« La quantitè d'electricitè, segue l'A., est mesurée par « l'impulsion d'une boussole des tangentes ».

Egli aggiunge più sotto « M[r]. Bartoli prende come misura della forza elettromotrice la deviazione impulsiva del galvanometro. Questa misura è accettabile a condizione che la forza elettromotrice di polarizzazione non abbia variato durante l'esperienza nè in seguito di depolarizzazione spontanea, nè in seguito della corrente che ha traversato il galvanometro per produrre impulsione. » « M[r]. Bartoli, segue il sig. Blondlot, donne le moyen de vérifier expérimentalement si la première de ces conditions est remplie; il n'affirme pas qu'elle l'ait été dans tous les cas et je doute qu'on puisse y compter pour les forces electromotrices elévées ». Io dubito che il sig. Blondlot abbia letta la nota a pag. 271: e quella pagina dove dico che:

« La durata del passaggio della corrente polarizzante e di « quella polarizzatrice fu sempre o uguale o inferiore a $\frac{4}{10000}$ di « secondo »: aggiungo ora esplicitamente che io mi assicurava in ogni volta che la dissipazione di polarità o la corrente fornita non avere variato sensibilmente la forza elettromotrice di polarizzazione col metodo indicato a pag. 243-244.

Il sig. Blondlot fa poi un sunto dei resultati da me ottenuti; e qui mi duole assai che egli non abbia invece premessa una traduzione letterale del mio riassunto (sarebbe stato il male di due paginette) alle osservazioni che credeva farmi.

Il sunto che egli dà è molto inesatto. Egli omette addirittura la proposizione che nel mio lavoro pag. 274 va dopo il n. 7: confonde in una sola le proposizioni 3 e 4 quantunque esprimano due relazioni ben distinte; mi cambia affatto la forma degli enunciati (quando non ne cambia la sostanza). Così dove io dico

N. Cimento pag. 273 (n. 3) « Per uno stesso elettrolite e per elettrodi della stessa natura (supposta uguale pe-

rò la superficie s dei due elettrodi) la costante a della formula

$$P = A(1 - 10^{-aq})$$

è in ragione inversa di s; per cui la formula precedente diviene

$$P = A\left(1 - 10^{-\frac{\alpha q}{s}}\right)$$

dove α è una costante che non dipende più dalla grandezza della superficie dei due elettrodi: inoltre la costante α non dipende dalla forma o configurazione dei medesimi » egli riassume « la capacité d'un voltametre est proportionelle à la surface de celles-ci et indipendent de leur forme, ces résultats étaient faciles a prévoir ».

In quanto a quest' ultima asserzione ammetto anche io che altri prima del sig. Blondlot l'abbiano ammessa implicitamente come dimostrata: a me però non pareva e non pare punto evidente a priori, a meno che non la si faccia derivare da qualche ipotesi (prematura e non peranco giustificata) nello stato attuale della scienza sulla natura delle polarità galvaniche.

Ragionando in tal guisa si potrebbe anche trovare facile a prevedere dei resultati falsi per es. che la capacità elettrica di un condensatore voltaico di cui le due armature abbiano uguale superficie, fosse indipendente dalla forma del condensatore ec. (? ! ! ! ! ! !)

Più sotto dove io dico « Le costanti A ed α variano con la natura dell' elettrolite in modo però che il prodotto A α (e quindi anche la capacità elettrica relativa alla unità di superficie per le debolissime forze elettromotrici) è sensibilmente costante, per l'acqua, per le soluzioni solforiche, per l'acido solforico concentrato, per le soluzioni di ammoniaca, per le soluzioni di acido cloridrico, bromidrico e iodidrico. Inoltre il valore di A α (almeno per l'acqua e per l'acido solforico) è sensibilmente lo stesso qualunque sia la temperatura del liquido ».

Egli riassume e commenta così!: « Pour le six electro-

lytes suivantes.... la capacité initiale s'est trouvée la même. Mr. Bartoli étend cette loi à tous les électrolytes sans toutesfois l'avoir verifiée; d'apres mes propres experiences (1) cette extention est certenaiment inexacte ».

E si noti bene che a pag. 264. a proposito di tal legge io aveva osservato « *s' intende bene* che se l'elettrolite è di tal natura da reagire sui prodotti della elettrolisi, le proposizioni precedenti non possono applicarsi (*sic*). Così per es. con l'acido nitrico, con l'acido cloridrico contenente cloro libero, ec., i prodotti A α sono assai minori 16,7: qualche volta anzi non si osservano che polarità estremamente deboli anche con forte quantità di elettricità polarizzante ». In tali esperienze io evitai a bella posta i liquidi che potevano alterare i prodotti dell'elettrolisi; tale sarebbe per es. il caso delle soluzioni acquose di sali alcalini: nel primo istante del passaggio è certo che una porzione del metallo alcalino riveste l'elettrodo negativo; sopra questa reagendo l'acqua, il metallo alcalino almeno in parte si scioglie mentre si rende libero dell'idrogeno.

Il fenomeno in tal caso è assai complicato; per formarsene un'idea chiara bisognerebbe conoscere il tempo che impiegano a compiersi tali reazioni chimiche; vi entrano poi per qualche cosa le variazioni termiche, prodotte da tali reazioni e conseguentemente le variazioni di forza elettromotrice. Io a bella posta in tali ricerche (per non perdere inutilmente del tempo) adoperai gli elettroliti, H_2O; H_2SO_4 e le soluzioni acquose di H_2SO_4: AzH_3: HCh, HBr, HI; quantunque queste ultime due presentassero per la loro tendenza a decomporsi, una non piccola difficoltà sperimentale per fare esatte misure.

Dopo queste osservazioni il sig. Blondlot viene alla mia 6ª conclusione, che egli indica col numero VII e che io enunciava « La forza elettromotrice di polarità dell'elettrodo positivo è uguale alla forza elettromotrice prodotta nello stesso

(1) Quali esperienze non so. Forse si tratta di esperienze che l'A. ha intenzione di pubblicare, ma che nel Maggio 1881 (data della sua rivista) egli non ha ancora pubblicate.

elettrodo quando è negativo, per il passaggio di una stessa quantità di elettricità polarizzante ». A questo punto l'A. (senza riportare affatto l'enunciato della legge da me dimostrata) dice « Je dois ici réclamer la priorité au sujet de la loi énancée par M. Bartoli. Dans une note présentée à l'Academie des sciences le 21 juillet 1879, j'ai donné la loi suivante: « La capacité initiale est indépendante du sens de la polarisation ». M. Bartoli donne cette proposition comme nouvelle. Il est vrai qu'il l'etend aussi aux quantités finies; or les expériences que M. Bartoli lui même rapporte a la page suivante sur le cuivre l'argent et les hydracides impurs sont eu pleine contradiction avec cette extension; les miennes (*quali, dove le ha pubblicate??*) le sont aussi. La loi doit donc être restreinte à l'énoncé que je luis avais donné. L'artifice de la grande electrode appartient a Mr. Lippmann; Mr, Bartoli semble le donner comme sien ».

Se l'A. ha letto il mio lavoro prima di farne il sunto avrà visto che a pag. 266 io citava la sua nota stampata nei *Comptes rendus*, t. 89, pag. 148-151 : è vero che io accennava solamente « ad alcune poche recenti esperienze del sig. Blondlot » e a dir vero, dopo letta la nota del sig. Blondlot, il che mi avvenne quando le mie esperienze erano ultimate, mi parve e mi pare ancora che la legge da lui allora dogmaticamente enunciata, senza alcun appoggio di resultati numerici, senza nessuna indicazione precisa del metodo e dell'unico metodo e degli apparecchi da lui adoperati, lasciasse intatta la questione se o no fossero uguali le capacità elettriche relative all'unità di superficie (per l'elettrodo positivo come per l'elettrodo negativo). Tanto è vero che tale persuasione condivisa da altre competenti persone cui ebbi occasione di parlarne allora, non mi fece affrettare di un sol giorno la pubblicazione del mio lavoro, che era già pronto per la stampa (almeno in sunto) fin dal Giugno 1879.

In quanto alla eccezione alla regola fornita dai metalli attaccabili, rame, argento, ec. io la confermo qui: almeno mi sembrò allora: del rimanente mi sembra impossibile (e con me è sembrato a tutti quelli ai quali ne ho tenuto parola)

che si possa sperimentare sul serio, e far misure delicate coi metalli attaccabili, per es. con elettrodi « de cuivre, d'argent, et de mercure dans l'électrolites suivants: acide sulfurique, acide phosforique, acide chlorhydrique, acide nitrique (!!!) ec. ec. soit concentrées soit étendus » (!!!!!). Così almeno l'A. mi ha scritto in una pregiata sua lettera in data di Parigi 24 Novembre 1880 (dopo 5 mesi circa dalla pubblicazione del mio lavoro). Io non so nemmeno concepire la possibilità di ottenere un resultato, anche grossolano, adoperando p. es. elettrodi di rame o di argento negli acidi nitrico, cloridrico, solforico ec. *concentrati o diluiti!!!!*

In quanto al metodo tenuto dal sig. Blondlot in quelle sue ricerche (*Comptes rendus*) dirò solamente, che io lo aveva adoperato ancora in questa lunga serie di studii sulla elettrolisi e sulle polarità galvaniche dei quali mi occupo da molti anni (vedi *N. Cimento*) ma lo abbandonai perchè dovetti convincermi che non si potevano ottenere dei resultati nemmeno mediocremente precisi.

Del resto un cenno se ne trova nella mia memoria premiata dall'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna « sulle polarità galvaniche e sulla decomposizione dell'acqua con una pila di forza elettromotrice inferiore a quella di un elemento Daniell » *N. Cimento*, anno 1879, t. V. pag. 203, nella quale appunto io deduceva (approssimativamente) la forza elettromotrice di polarità degli elettrodi di platino di un voltametro, dopo un certo tempo di passaggio della corrente, dalla deviazione impulsiva (di un ago galvanometrico la cui durata di oscillazione era brevissima) e dalla deviazione definitiva.

In quanto all'artifizio come chiama l'A. del grande elettrodo, io non lo do per mio; (lo hanno adoperato tanti) è mia però la teoria, fin qui da nessuno data rigorosamente: inoltre io ho adoperato insieme e principalmente un altro metodo che mi servì di controllo al primo, e che è il metodo più diretto, e che non offre campo a certe obiezioni che presenta invece il primo (questo secondo metodo è descritto a pag. 266 del mio lavoro) dove io aggiungo « *con questi due metodi si ottengono gli stessi resultati* ».

Di poi l'A. saltando la proposizione 7ª (della conclusione del mio lavoro) passa alla ultima che io enunciava « Per « mezzo delle leggi precedenti si poteva risolvere il problema « propostomi, calcolare cioè la forza elettromotrice P di polari- « tà generata dal passaggio di una quantità q di elettricità per « elettrodi di superficie s ed s' rispettivamente, immersi in « un dato elettrolite. La soluzione ne era data dalla formula

$$P = \frac{B}{2}\left(1 - 10^{-\beta\frac{q}{s}}\right) + \frac{B'}{2}\left(1 - 10^{-\beta'\frac{q}{s'}}\right)$$

« dove B, B', β, β' sono quattro costanti che dipendono sola- « mente dalla natura dell'elettrolite. Quando poi l'elettrolite « era tale che si potesse applicare la proposizione (6) allora la « formula precedente diventava più semplice; cioè

$$P = \frac{A}{2}\left(1 - 10^{-\alpha\frac{q}{s}}\right) + \frac{A}{2}\left(1 - 10^{-\alpha\frac{q}{s'}}\right).$$

Il sig. Blondlot riassume molto brevemente questa ultima proposizione, che è in fondo la conclusione delle conclusioni del mio lavoro: egli dice « On peut calculer ce qui arrive dans ce cas au moyen des lois précédemment posées » Il guajo è che avendo il sig. Blondlot omessa la mia conclusione 7ª, chi volesse colla scorta del sunto fatto dal sig. Blondlot *calcolare ciò che accade in questo caso* (la cui soluzione costituisce lo scopo della mia memoria) troverebbe la cosa impossibile.

Infine il chiaris. sig. Blondlot termina la rivista, con queste parole:

Egli dice « Enfin, dans une Note, qui termine son Mémoire, Mr. Bartoli donne, comme nouveau le phénomène si curieux que M. Lippmann a étudié depuis longtemps et si justement designé sous le nom *de demi-décomposition de l'eau*».

Se non vado errato il fenomeno del sig. Lippmann a cui accenna qui il sig. Blondlot è quello pubblicato nel *Journal de Phy.*, anno 1875, p. 353. Io invece nella nota a fine della mia memoria deduco rigorosamente dalle leggi da me precedentemente dimostrate un fatto già da me da lungo tempo espo-

sto; dimostro cioè che si devono osservare prodotti di decomposizione dagli elettrodi di platino in un voltametro ad acqua se con un solo elemento Daniell si può decomporre l'acqua. E che veramente con un solo elemento Daniell si possa scomporre l'acqua io l'ho dimostrato incontrastabilmente con varie convenienti disposizioni sperimentali che accennerò qui di nuovo brevemente, quantunque sia stato sempre pubblicato l'estratto delle mie memorie relative a questo soggetto nei *Beiblätter* e in qualche altro giornale straniero.

E ritorno volentieri sopra questo argomento perchè mi pare (se vanità non mi accieca) di essere stato io il primo a dimostrare incontrastabilmente il fatto della decomposizione dell'acqua e di altri elettroliti con elettrodi inattaccabili con troppo deboli elettromotori; decomposizione che prima dei miei lavori era da alcuni fisici riguardata come evidente e necessaria conseguenza della polarità degli elettrodi, mentre da altri era messa in dubbio o negata in seguito ad alcuni tentativi non riusciti (del sig. Despretz (1) per esempio e di altri).

Ho dunque dimostrato la decomposizione dell'acqua stillata adoperando due elettrodi di platino di piccolissima superficie (filini alla Wollaston che escono di pochi millimetri dai loro astucci di vetro) immersi nell' acqua soprariscaldata. Con un solo elemento Daniell, od anche con un elettromotore tre volte più debole si otteneva vivissima ebullizione dai due elettrodi. Inserendo nel circuito di un elemento Daniell un voltametro ad acqua, uno a solfato di rame, uno a nitrato d'argento, uno a joduro di potassio ec. ho potuto con mezzi acconci dimostrare incontrastabilmente la decomposizione di tutti questi elettroliti. Infine ho anche dimostrato che in queste decomposizioni con elettromotori teoricamente insufficienti la legge di Faraday è esattamente verificata. Tutte queste cose il sig. Blondlot avrebbe potuto vederle nel *N. Cimento* anni 1877, 1878, 1879, oppure nei *Beiblätter* dove sono i sunti di quei miei lavori. È ben doloroso il vedere con quanta leg-

(1) *Comptes Rendus*, t. XLII, p. 707. Vedi anche *Bibl. Un. de Genève.*

gerezza siano considerati i lavori italiani da alcuni scienziati francesi! (1).

Firenze, 5 Giugno 1881.

Dopo avere scritto questa nota, è comparso nei fascicoli di Luglio, Agosto di questo anno del *Jour. de Phy.* un lavoretto del sig. Renato Blondlot. Quivi l'A. con un interruttore che consiste principalmente in un lungo pendolo con una lente di soli sette chilogrammi, interruttore che per quel che abbiamo potuto capire lascia campo a molte incertezze sulla bontà dei contatti elettrici e sulla esatta misurazione dei tempi determina graficamente la relazione empirica fra la quantità d'elettricità polarizzante e la durata del passaggio: e ne deduce la carica vera corrispondente ad una forza elettromotrice data. Con questi dati egli costruisce una curva che ha per ascisse le forze elettromotrici di polarizzazione e per ordinate le cariche corrispondenti: il coefficiente angolare della tangente alla origine rappresenta quella che il sig. Blondlot chiama la capacità elettrica iniziale, e che io ho chiamato e continuerò a chiamare più razionalmente la capacità elettrica del voltametro per le piccolissime polarità (2); qui solamente osserverò che la direzione della tangente non può esser determinata nemmeno approssimativamente se l'interruttore adoperato non dà modo d'apprezzare esattamente le più piccole frazioni del secondo.

Coll'interruttore Felici da me leggermente modificato io poteva contare sull'esattezza di un ventimillesimo di secondo

(1) In un giornale francese comparve tempo fa un sunto di una mia nota „*Su alcuni fenomeni dell'elettrolisi dell'acido solforico e di altri liquidi viscosi*„. Era intieramente travisato il titolo della nota, e i fatti da me esposti. Si parlava costantemente di acido selenico e di fatti che io non aveva nemmeno accennati.

(2) Per una svista di stampa nel mio lavoro „*Le leggi delle polarità galvaniche*„ si trova spesso $A\,\alpha \log 10$ in luogo di $\frac{1}{A\,\alpha \log 10}$. Vero è che la svista fu corretta a mano nelle copie a parte, dal mio amico Prof. Guido Alessandri allora mio aiuto, che si compiacque correggere le bozze.

e molto più ancora servendomi della robusta vite micrometrica ivi annessa. È lecito dubitare che nell'interruttore molto primitivo del sig. Blondlot si possa raggiungere una esattezza anche assai più piccola.

Comunque, il sig. Blondlot si trova condotto dalle sue esperienze alle conclusioni seguenti:

I. Il rapporto della carica alla polarizzazione dipende dalla forza elettromotrice.

II. La capacità iniziale è indipendente dal senso della polarizzazione.

IV. La capacità di un elettrodo è indipendente dalla natura dell' elettrolite e dipende soltanto dalla forza elettromotrice.

È qui che devo reclamare la priorità contro il sig. Blondlot avendo più di un anno avanti del giovane fisico francese con apparati di precisione e con un metodo seriamente scientifico in una memoria premiata dalla R. Accademia dei Lincei, dimostrato incontrastabilmente una per una le leggi contenute nella formula

$$P = \frac{A}{2}\left(1 - 10^{-\alpha\frac{q}{s}}\right) + \frac{A}{2}\left(1 - 10^{-\alpha\frac{q}{s'}}\right)$$

dove P è la forza elettromotrice di polarità, q la quantità di elettricità polarizzante, s ed s' le superfici degli elettrodi e dove il prodotto $A\alpha$ è un numero costante finchè elettrodo ed elettrolite non danno luogo a prodotti secondari di decomposizione e dove A esprime il massimo di polarità.

Aggiungerò infine che nel mio lavoro è anche determinata con ogni cura la *capacità di un voltametro* a elettrodi di platino, di superficie uguale, *per le piccolissime polarità*, ovvero come la chiama il sig. Blondlot, la capacità iniziale: solamente nel mio lavoro la quantità di elettricità è riferita a quella che può decomporre tanta acqua, che il volume del gas tonante svolto, sia un centimetro cubo (misurato in condizioni normali) e la forza elettromotrice è espressa in Daniell. Facil cosa è dedurne la capacità per le piccolissime polarità, riferita alla unità di superficie, in *microfaradi*: io mi

son tenuto alle unità pratiche come quelle che più direttamente vengono nelle esperienze determinate.

Ho ragione di credere che le capacità da me determinate siano più esatte di quelle del Varley e del Kohlrausch, trovate con metodo meno diretto o meno rigoroso; ad ogni modo le mie sono sempre di molto anteriori e più precise di quelle del sig. Blondlot.

Osservai in quelle determinazioni che veramente la capacità variava un poco, a seconda del tempo per cui le lamine erano state immerse nel voltametro privo d'aria: che la capacità riusciva più grande quando le lamine erano state precedentemente arroventate; che essa diveniva più piccola e tendeva verso un limite costante quando col farvi passare alternativamente delle deboli correnti, per ugual tempo e sempre invertite, e poi col tener lungo tempo chiuso il circuito depolarizzante, si venivano a liberare gli elettrodi da ogni traccia di gas aderente. Ritengo fermamonte che le più grandi capacità siano dovute a gas (ossigeno principalmente), aderenti, oppur anco combinati sulle superficie degli elettrodi; questi fanno sì che occorra una maggior quantità di elettricità per ottenere una data polarità; che questa sia la vera spiegazione del fenomeuo è confermata dal fatto che si ottengono capacità un po' maggiori nelle prime inversioni della corrente (dopo tenuto per lungo tempo chiuso il circuito depolarizzante tanto che sia sparita ogni traccia di polarità residua apparente). Io adottai per vera capacità quella a cui essa tendeva, con successive inversioni di corrente ben regolate, avendo cura, lo ripeto, ogni volta, di tener per lungo tempo, dopo ogni passaggio di corrente chiuso il circuito depolarizzante.

In una memoria di prossima pubblicazione esporrò i resultati delle mie esperienze sulla velocità di dissipazione della polarità dei due elettrodi immersi in diversi elettroliti, dando così l'intiera soluzione del problema propostomi « determinare cioè la forza elettromotrice di polarità pro-« dotta dal passaggio di una determinata corrente, per un « dato tempo, con dati elettrodi, per un dato elettrolite ».

Le dissipazioni di polarità sono state misurate con un nuovo apparecchio che ho chiamato interruttore galvanico a periodo costante e variabile, e di cui la descrizione e il disegno è per pubblicarsi. Insieme darò la spiegazione esatta (dipendente dalla diversa velocità di dissipazione dei due depositi elettrolitici positivo e negativo) di varii fenomeni delle polarità galvaniche, in parte nuovi, da me descritti nella mia memoria sulle polarità galvaniche, pubblicata nel *N. Cimento*, anno 1879, t. V, pag. 203.

Dirò per ultimo che io spiego in certo modo la critica del sig. Blondlot. È cosa a tutti dispiacevole, mentre si lavora sopra un soggetto di qualche importanza, esser preceduti da una pubblicazione sopra lo stesso argomento. È cosa, che è in un periodo di grande attività scientifica, come questo è accaduto a molti sperimentatori. Il sig. Blondlot si dia pace: a me pure avvenne lo stesso molti anni or sono (nel 1874) mentre lavorava sui movimenti prodotti dalle radiazioni; il sig. Crookes mi precedè nella pubblicazione del suo primo lavoro sopra tale argomento, mentre io aveva già terminate da varii mesi e rese note a molti fisici le mie esperienze; ed io era già giunto alla conseguenza che quei movimenti eran dovuti all'aria residua, ed ai gas aderenti alla superficie mobile. Eppure nella pubblicazione del mio lavoro, Ottobre 1875 e Luglio 1876 non cercai menomamente mettere in dubbio la priorità del sig. Crookes, quantunque ciò avrebbe allora potuto giovarmi per qualche avanzamento nella carriera dell'insegnamento.

Altro non mi rimane per ultimo che ringraziare il cronista francese di non avere neppure ricordato il mio lavoro in quella prima parte del suo articolo dove egli vuol fare la storia delle precedenti ricerche sperimentali sulla capacità di polarizzazione voltaica.

Firenze, 8 Settembre 1881.



SUI PRODOTTI DELLA ELETTROLISI DI VARIE SOLUZIONI ACIDE ED ALCALINE CON ELETTRODI DI GRAFITE; NOTA PRELIMINARE

DEI DOTT.[i] A. BARTOLI E G. PAPASOGLI.

Abbiamo già da molto tempo indicati i fenomeni principali che avvengono in un voltametro dove l'elettrodo positivo è di grafite ([1]). Aggiungiamo qui, brevemente solo allo scopo di prender data, qualche cosa sui prodotti che si originano in tali condizioni e sulla differenza nel modo di comportarsi fra la grafite e fra il carbone di storta posti nelle stesse circostanze.

Impiegammo varie specie di grafite: grafite di Piemonte, grafite di Boemia, grafite di Ceylan e grafite di Siberia in pezzetti che avemmo cura di riscaldare previamente entro tubi refrattarii alla temperatura di fusione del ferro, per lunghissimo tempo; ed in qualche caso, mantenendoli in una corrente di cloro. Visto il modo uguale in tutto e per tutto nel comportarsi di queste grafite di varia provenienza abbiamo continuato di poi tutte le nostre esperienze con della buona grafite di Ceylan procurataci in grossi e magnifici pezzi dal dott. Teodoro Schuchardt, e da noi purificata in modo che non conteneva traccie ponderabili di idrogeno.

Elettrolisi delle soluzioni alcaline. Abbiamo impiegate per elettroliti, soluzioni di idrato potassico o di idrato sodico a varia concentrazione: la pila si componeva di quattro a sei Bunsen, elementi grandi, rinnuovati ogni due giorni. La corrente passò per pochi giorni in alcune esperienze, più in altre, fino alla durata di due mesi. In ogni caso dalla grafite elettrodo positivo si svolgeva poco gas, mentre lo svolgimento era copiosissimo dall'elettrodo negativo; la grafite perdè in ogni caso assai poco di peso; (mentre il carbone di storta in

(1) *R. Acc. dei Lincei*, anno 1879-1880, vol. VIII, p. 89. *N. Cimento*, 3. S. T. VIII, p. 278, anno 1880. Vedi anche la Nota precedente inserita in questo fascicolo del *N. Cimento*.

identiche condizioni si consuma rapidamente); a fine di esperienza, (dopo anche qualche mese) si aveva un debole deposito Ω al fondo del voltametro e il liquido sovrastante era perfettamente limpido e incoloro. Il liquido filtrato, dà forte effervescenza quando lo si acidula con acido acetico: la soluzione resa acida con acido acetico puro dà un precipitato F cristallino bianchissimo, coll'addizione di cloruro calcico; il liquido filtrato dà un nuovo precipitato φ roseo, fioccoso, coll'aggiunta di ammoniaca in eccesso: infine filtrato di nuovo il liquido si ha un altro precipitato bianchissimo K coll'addizione di cloruro di bario.

Il precipitato F è costituito da mellato calcico $C_{12}Ca_3O_{12}$, come lo hanno provato le determinazioni della calce, della barite, del piombo e dell'argento, nei corrispondenti sali, nonchè l'analisi elementare del sal d'argento. Dal sale F ridotto a sale ammonico si ottiene al solito facilmente la paramide e l'acido eucronico le cui reazioni sono così caratteristiche.

Il precipitato K convenientemente purificato, è costituito da *idromellato baritico.* Il sale φ convenientemente purificato ci ha dato un acido, che probabilmente è il *piromellico.* Probabilmente si trova nel liquido primitivo anche un altro acido il cui sal di bario è solubile.

Il deposito Ω raccolto al fondo del vaso, fu lavato ripetutamente e poi seccato a 100°. Era formato da piccole particelle, che avevano l'apparenza di grafite e che segnavano la carta come la grafite. Arroventato su lastra di platino non perde sensibilmente di peso nè si rigonfia. È insolubile affatto in tutti i liquidi, neutri, alcalini ed acidi così a freddo come a caldo. Scaldato con soluzione d'ipoclorito alcalino non si ha reazione alcuna: visto al microscopio sembrava pure formato da una sostanza unica; grafite. Seccato a 200° fu analizzato per determinare l'idrogeno; circa 4 grammi di sostanza bruciata nell'ossigeno dette appena qualche milligrammo di acqua. Si conclude che il deposito Ω è, se non intieramente, almeno quasi intieramente costituito da grafite. Si conclude poi a fortiori, della assoluta assenza di *mellogeno,* come lo conferma il fatto che il liquido primitivo, è incoloro.

Elettrolisi delle soluzioni acide. Nelle soluzioni di acidi minerali, la grafite, anche purissima (liberata dalla parte minerale) adoperata come elettrodo positivo si disgrega rapidissimamente, tanto che dopo un certo tempo l'elettrodo si disfà del tutto e al fondo del voltametro si ha un deposito molto alto, costituito da piccolissime scaglie di grafite e da *un'altra sostanza meno brillante,* di un aspetto assai differente.

Adoperando soluzioni acquose di acido solforico puro si è potuto con 6 Bunsen disgregare completamente in pochi giorni dei chilogrammi di grafite.

Il deposito riunito al fondo del voltametro, fu raccolto su filtro e lavato, finchè le acque non contenessero più traccia di acido solforico e poi seccato a 100°: fu passato per staccio per separare le scaglie di grafite che sono in generale non tanto minute: poi si cercò con lavacri e decantazioni, separare per differenza di densità altra grafite dal resto del deposito. Si è ottenuta così una polvere X minutissima scura che ha le seguenti proprietà: è insolubile in tutti i solventi, neutri, alcalini, acidi, così a freddo come a caldo: scaldata verso 250° si rigonfia fortemente convertendosi in una polvere nera, punto brillante, che non macchia la carta. Un'analisi preliminare fatta su varii grammi di questa sostanza carbonosa ci ha provato che non conteneva la più piccola traccia di solfo ma che conteneva unicamente e in quantità notevoli (oltre il carbonio) ossigeno e idrogeno.

Tali proprietà di X ci fecero supporre subito che si trattasse di una mescolanza di polvere di grafite con *acido grafitico.* Uno studio più completo, e le analisi fatte hanno confermato tale previsione (1).

L'acido grafitico essendo insolubile in tutti i reagenti ci è stato impossibile per ora di separarlo intieramente dalle particelle più minute di grafite disgregata. Abbiamo perciò

(1) Abbiamo confrontate le proprietà dell'acido grafitico descritte nei *Dizionarii di Chimica* sopra dell'acido grafitico puro che noi stessi abbiamo preparato col metodo di Brodie (nella quantità di circa 50 grammi). Compara *Dizionarii di Chimica* di Wurtz e di Watt's, nonchè Berthelot. *Recherches sur les états du charbone.* — *Ann. de Ch. et de Phys.* 4. S., T. XIX, anno 1880, p. 392.

dovuto fare le analisi sulla mescolanza X di grafite e di acido grafitico. Tali analisi provano concordemente che si tratta di acido grafitico. Ne riferiamo qui una.

Grammi 0,8900 di sostanza seccata a 100° hanno dato grammi 2,952 di anidride carbonica e grammi 0,039 di acqua, ossia, contengono grammi 0,805 di carbonio, gram. 0,00433 di idrogeno e grammi 0,0807 di ossigeno.

Chiamato x il peso della grafite contenuta nei 0,890 grammi di sostanza, ed y il peso di acido grafitico: sapendosi che l'acido grafitico $C_{11}\ H_4\ O_5$ contiene il 61,11°/₀ di carbonio si hanno le equazioni

$$0{,}890 = x + y$$
$$0{,}805 = x + 0{,}6111\, y$$

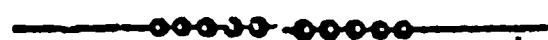
onde $x = 0{,}218$: se ne deduce quindi per le proporzioni dell'idrogeno e dell'ossigeno contenute in cento parti

$$H\,\%= 1{,}99 \qquad O\,\% = 37{,}02$$

l'acido grafitico $C_{11}\ H_4\ O_5$ contiene 1,852 % di H e il 37,07 % di O (1).

L'analisi verifica dunque perfettamente l'ipotesi fatta: si vede di più che il deposito raccolto al fondo del voltametro è assai ricco di acido grafitico.

Questo nuovo modo di formazione dell'acido grafitico, da noi scoperto, collega questo composto agli acidi benzo-carbonici e fa prevedere sin d'ora nuove importanti relazioni (2). Possiamo intanto concludere intorno al differente modo di comportarsi del carbone di storta o di legno, e della grafite, che mentre i primi impiegati come elettrodo positivo in un voltametro a soluzione acida danno *mellogeno*, la seconda dà solamente acido grafitico e punto *mellogeno*.



(1) Compara Gmelin, *Handbuch der Chemie*, IV Band, s. 457.

(2) Relazioni già da noi accertate e che pubblicheremo in un prossimo lavoro.

UN GALVANOMETRO PER LE ESPERIENZE DI CORSO, PROPOSTO DAL DOTT. ERCOLE FOSSATI, PROFESSORE DI FISICA NEL REGIO LICEO DI BOLOGNA.

Se un galvanometro sarà pronto, sensibile, e capace di indicazioni distintamente visibili a distanza, costituirà certamente uno dei più pregiati istrumenti per le lezioni di fisica sperimentale, giacchè allora solamente, esso si presterà con manifesto vantaggio a numeroso uditorio, vuoi per la diretta constatazione di una corrente elettrica, vuoi mercè la stessa, a rilevare indirettamente fenomeni di altra specie, quali di magnetismo, calore, luce, acustica, chimica e via dicendo.

E perchè ai suddetti requisiti mi sembra soddisfi in grado non iscarso quello che io ideai e feci costruire per codesto R. Liceo, qui lo descrivo, dicendo ancora di alcune esperienze col medesimo eseguite e proprie a far meglio giudicare intorno alla opportunità sua.

Nè lascerò di tributare sincere lodi e sensi di stima distinta all'egregio direttore dell'officina Galileo di Firenze il chiarissimo prof. Innocenzo Golfarelli, il quale, mentre gentilmente si assumeva l'incarico della costruzione del mio galvanometro, riusciva colla sua ben nota valentia a porlo in grado di ubbidire fedelmente, a quelle norme e principi che mi furono di guida nel pensarlo.

Dal centro di una stabile base di legno B *(Tav. V)* circolare, del diametro di centimetri 20, munita di viti calanti V, V, V, e da una livelletta L, erge una colonna C di ottone alta centimetri 34 e del diametro di 2,4. Davanti a questa e sul piano dell'anzidetta base, è fissata una specie di cunetta semicilindrica C', C' di legno a curvatura circolare che serve di sostegno a due rocchetti R, R aventi la detta curvatura. Essi sono formati con tubi di ottone di piccolo spessore fessi longitudinalmente, e ravvolti da una ventina circa di strati di un filo di rame coperto di seta del diametro di millimetri 0,3.

La lunghezza di ciascun rocchetto è di millimetri 44, il loro diametro interno di 8 millimetri, quello esterno, compreso il reoforo, di millimetri 20. Questi, servono per le correnti idroelettriche. Due altri rocchetti aventi le stesse dimensioni dei primi ed a questi sostituibili, ma con filo del diametro di un millimetro e facente quattro soli strati, sono destinati alle correnti di origine termica. Perpendicolarmente alla colonna ed in vicinanza alla sua sommità, è fissata una spranghetta cilindrica S di acciaio temperato del diametro di millimetri 5 e della lunghezza di 35. Sulla sua superficie superiore ed alla distanza di 25 millimetri fra loro, sono praticate due cavità coniche *c*, *c* sul cui fondo appoggiano le punte di due vitine *v*, *v* di acciaio temperato uguali in lunghezza, fissate perpendicolarmente ad un'altra sbarretta metallica rigidamente sistemata ad un grosso anello A di ottone a larga superficie, sul cui asse coincidente con quello della spranghetta S, trovansi le punte delle due vitine. Dall'anello partono due fili cilindrici di alluminio F, F lunghi 20 centimetri ciascuno e del diametro di un millimetro e mezzo. Essi comprendono un angolo di 35°, e si uniscono colle loro estremità inferiori mediante due viti *v'*, *v'* ai capi di un altro filo F' dello stesso metallo piegato ad arco di circolo col centro di curvatura sull'asse dell'anello. Detto filo ha lo stesso diametro di quelli or menzionati, ed una lunghezza di 16 centimetri. C'', C'' sono due calamite cilindriche e tubulari, aventi la stessa curvatura dell'arco d'alluminio il quale passa pel loro asse e per quello di due piccoli tappi di sughero chiudenti le estremità delle calamite, onde queste rimangono al detto arco rigidamente sistemate. La loro lunghezza è uguale a quella dei rocchetti attraverso ai quali ponno liberamente passare, rimanendo fra questi e le prime uno spazio anulare di tre millimetri [1]. Sulla metà dell'arco e perpendicolarmente ad esso, è saldato uno spilletto *s* orizzontale passante liberamente per una finestrella rettangolare praticata in una piccola e sottil laminetta *l*

(1) Le vitine *v*, *v* sulla punta delle quali come più sopra si disse pesa il settore, servono anche, mosse a dovere, a mantenere costante la or detta intercapedine fra le calamite ed i rocchetti.

d'alluminio, alla parte superiore della quale è unito un leggero indice di paglia I, terminato da una grossa freccia di carta nera, la cui punta, quando il galvanometro è ben regolato, e non funziona, coincide collo zero di un quadrante graduato Q Q ad arco di circolo, fissato alla colonna di sostegno, largo 5 centimetri e lungo 32, nel senso della sua corda massima, e l'indice si trova sulla bisettrice dell'angolo formato dai fili d'alluminio. Ciascuna metà del quadrante è divisa in 30°. La piccola laminetta *l* poc'anzi menzionata è saldata inferiormente ad una piccola sbarretta di ottone S' orizzontale, ed attraversata alle sue estremità da due vitine *v*", *v*" di acciaio temperato, le cui punte entrano in due capsuline *c*', *c*' dello stesso metallo fisse alla base di sostegno dell'istromento e davanti ai rocchetti. Dalla metà della sbarretta si diparte in direzione opposta a quella dell'indice, una sottile e lunga vite di alluminio *v*''' sulla quale può scorrere una piccola madrevite *m* destinata a spostare il centro di gravità dell'indice e delle parti metalliche a cui è unito, aventi il peso complessivo di gr. 0,75. Un'altra vite di ottone V' lunga 9 centimetri e grossa millimetri 2, è saldata superiormente all'anello A nella direzione della bisettrice dell'angolo dei fili F, F, ed è munita di una madrevite cilindrica *m*' il cui ufficio è quello di spostare il centro di gravità del settore magnetico mobile del peso di gr. 4,5 compresovi quello di una vite V" a doppia testa, meglio visibile nella prima figura, passante per la madrevite or detta e perpendicolarmente al suo asse ma fuori dello stesso, destinata a ridurre sulla verticale la bisettrice del settore magnetico, e per conseguenza l'indice allo zero del quadrante. Regolato così l'istrumento, le calamite entrano per metà nei rispettivi rocchetti. Finalmente quattro morsettine *m*", *m*", *m*", *m*", impiantate sulla base di sostegno, fra la colonna e la livelletta, fanno comunicare i reofori R', R' coi capi liberi dei fili dei rocchetti.

Dalla fatta descrizione è agevole l'arguire l'effetto di una corrente elettrica fatto passare pei rocchetti quando le comunicazioni siano tali che essa proceda nel verso istesso di quelle amperiane delle calamite, o secondo l'altra ipotesi,

quando il magnetismo trasversale dei reofori sia concorde con quello delle due calamite. Allora una di queste entrando e l'altra uscendo dal rispettivo rocchetto, s'avrà un moto di rotazione del settore, la cui grandezza e verso dipenderanno dall'intensità e verso della corrente circolante nei rocchetti; e lo spilletto *s* urtando contro la base dell'indice, produrrà un escursione della sua freccia sul quadrante, che starà a quella dello spilletto come 25 ad 1: tale essendo il rapporto di distanza fra la freccia e lo spillo, e quella compresa fra l'asse di rotazione dell'indice e lo spillo stesso.

Movendo opportunamente la madrevite del settore e quello dell'indice si arriva a comunicare tale sensibilità al galvanometro, da avere un arco impulsivo di 15°, e quindi una corsa di 8 centimetri nettamente visibile a 10 metri e più, della freccia nera sul fondo bianco del quadrante per la corrente di una coppia voltaica costituita da due laminette, una di rame e l'altra di zinco, le cui faccie hanno un centimetro quadrato di superficie, ed immerse in un bicchierino di acqua distillata alla distanza di 5 centimetri fra loro. Che se al rame si sostituisce un pezzetto di carbone la corsa della freccia raggiunge i 20°. Acidulando l'acqua con una goccia di acido solforico, la freccia percorre tutto il quadrante con rapido movimento, rimbalzando per urto, contro gli ostacoli che limitano la sua corsa massima. In ogni caso la deviazione stazionaria è raggiunta in pochi secondi, ed in tal tempo la freccia ritorna allo zero colla rottura del circuito.

Fatta passare per alcuni secondi la corrente di una piccola coppia Bunsen per un bicchierino di acqua distillata mercè due laminette di platino, la corrente di polarizzazione che si ha di poi dalle stesse, produce nel galvanometro un arco impulsivo di 25°, giungendo la freccia quasi alla estremità del quadrante.

Anche con deboli correnti d'induzione come sarebbero quelle ottenute estraendo od introducendo una piccola calamitina per un rocchettino, si hanno deviazioni di circa 10°.

Sostituendo ai rocchetti a filo sottile quelli a filo grosso e corto, il che si ottiene facilmente col levare successivamente

le due vitine agli estremi dell'arco d'alluminio, e spostando leggermente i lati del settore onde togliere i primi rocchetti dal loro sostegno, si ponno avere delle deviazioni sensibilissime con correnti termoelettriche molto deboli. Così con una piccola pila termoelettrica del banco di Melloni, si ha un arco impulsivo di 10° quando si tocca una delle sue facce con un dito, essendo la temperatura dell'ambiente di 25°; e l'abbassamento di temperatura che si consegue col versare un cucchiaino di nitrato d'ammoniaca in pari quantità di acqua contenuta in una capsulina metallica a fondo piatto. Posta sulla pila, produce una deviazione iniziale di 15°. Una corrente di 10° è pure causata dalla corrente che nasce fra le parti a contatto, e scaldate con fiamma, di due fili uno di platino e l'altro di rame, formanti circuito coi rocchetti del galvanometro, e movimenti della freccia sensibilissimi a distanza, si hanno per correnti di raffreddamento e di riscaldamento ottenute, le prime col dirigere sulla faccia della pila un getto d'aria lasciato sfogare da un recipiente dentro cui era stata dianzi compresa, le altre, con dell'aria spinta contro la pila mediante un soffietto.

Che se invece di deboli correnti come finora si è fatto si vorrà usare l'istrumento per correnti intense, basterà abbassare convenientemente le viti regolatrici dei centri di gravità del settore magnetico e dell'indice, nel qual caso le oscillazioni di quest'ultimo si fanno tanto più veloci quanto più pigro diventa l'istrumento; e se ridotta la sensibilità al *minimum* del suo valore, la si vorrà dimezzare ancora, non s'avrà che ad escludere dal circuito uno dei due rocchetti. Inutile aggiungere che a simili intenti potranno anche giovare delle derivazioni fatte nel circuito elettrico sotto sperimento.

Bologna, 24 Settembre 1881.



SULLA TRASMISSIONE DEI SUONI IN UN CIRCUITO TELEFONICO OPERATA DAGLI STESSI CORPI CONDUTTORI SONORI; PER IL DOTT. TEMISTOCLE CALZECCHI-ONESTI.

È noto che se s'inserisce in un circuito telefonico un microfono a carbone, la voce e in generale tutti i suoni sono trasmessi senza servirsi di un telefono come trasmettitore; il carbone mobilissimo fra i due cuscinetti di carbone muovendosi insensibilmente e diversamente per tutti i suoni anche estremamente piccoli che si producono attorno di lui, è cagione di continuo cambiamento nella resistenza del circuito, e per conseguenza nell'intensità della corrente; onde la riproduzione nel telefono ricevitore di quanto ha potuto influire sui movimenti del carbone nel microfono. È questa presso a poco la spiegazione che si dà della trasmissione dei suoni per mezzo dell'apparecchio di Hughes.

Nello scorso Giugno eseguendo nel Gabinetto di Fisica del R. Istituto Tecnico di Aquila, alcune esperienze microtelefoniche, io pensai, che se realmente quella interpretazione non si appone al vero, qualunque corpo vibrante purchè conduttore, messo nelle condizioni del carbone nel microfono, se non fosse stato adatto a trasmettere i suoni che si producono fuori di lui, avrebbe dovuto colle stesse sue vibrazioni operare la trasmissione dei suoni a quelle vibrazioni dovuti. L'esperienza confermò pienamente quello che io pensava; difatti tolto dal circuito il microfono, e a questo sostituito una corda del sonometro, il suono da essa reso fu trasmesso fedelmente. Riuscì egualmente bene l'esperienza con una lastra di Cladni; i due capi del filo erano posti in due punti della lastra, nei quali per un dato suono si producono due nodi.

Debbo qui avvertire che sulla produzione del fenomeno di cui ho parlato, ha grande influenza la intensità della cor-

rente adoperata; può accadere per es. che l'intensità della corrente sia tale, da non essere sensibilmente cambiata dallo stato vibratorio del corpo sonoro; in questo caso si comprende facilmente che la trasmissione dei suoni non avrà luogo. Ad ogni modo si dovrà tener sempre conto della resistenza specifica della sostanza del corpo sonoro, per poter regolare l'intensità della corrente. Come un'applicazione dell'esperienza citata, dirò di un'altra esperienza da me eseguita; io presi un'arpa e fatto in modo che le sue corde facessero parte del circuito telefonico, dopo alcuni tentativi l'intensità della corrente fu tale, che alcuni pezzi di musica eseguiti da un suonatore, furono intesi al telefono ricevitore perfettamente.

L'esperienza di sopra notata mi ha suggerito l'idea di una ricerca che io giudico assai importante, e che può riassumersi nella seguente questione: Dato un certo corpo conduttore sonoro, studiare in qual modo i diversi suoni che esso può rendere, modifichino la intensità della corrente che lo attraversa.

Il principio che regola l'esperienza della corda e della lastra di Cladni, può essere acconciamente applicato alla trasmissione di suoni i quali si producono in vicinanza del circuito, quando a far parte di quest'ultimo si abbia cura di scegliere un corpo che facilmente possa mettersi in vibrazione; questo io pensava nelle scorse vacanze, quando mi trovava lontano dal mio Gabinetto; tornato ad Aquila cercai nei primi giorni del mese corrente di attuare la mia idea; ma non lo potetti completamente, non potendo disporre di una laminetta di spessore conveniente. Nondimeno con la disposizione che ora descriverò, e che mi venne naturalmente suggerita dal telefono di Bell, io mi potetti persuadere che il principio era applicabile e che l'apparecchio poteva facilmente convertirsi in un ottimo trasmettitore di tutti i suoni e in particolare della voce; per ora a me basta mostrare il fatto nuovo, fiducioso d'avere il mezzo di rendere l'apparecchio più adatto alla trasmissione.

La disposizione da me adottata è la seguente.

Sopra un anello di abete viene stretta da un'imboccatura identica a quella del telefono Bell, una laminetta metallica assai sottile, la quale riposa sopra due listerelle di stagnola che si ripiegano sotto due serrafili diametralmente opposti fissati esternamente all'anello. La stagnola serve naturalmente per intercalare nel circuito la laminetta.

Dello spessore più conveniente della laminetta, della sua natura, della intensità della corrente da adoperare, dirò, dopochè avrò potuto eseguire e con più precisione altre esperienze (1).

Aquila, Ottobre 1881.



CONGRESSO INTERNAZIONALE DEGLI ELETTRICISTI.

Furono adottate all'unanimità, nella seduta del 21 Settembre scorso, le decisioni seguenti.

1.° Sono da adottarsi per le misure elettriche le seguenti unità di misura: il centimetro, il grammo-massa, e il secondo (C. G. S.).

2.° Le unità pratiche, l'*Ohm* e il *Volt*, conserveranno le loro attuali definizioni.

3.° La unità di resistenza *(Ohm)* sarà rappresentata da una colonna di mercurio di un millimetro quadro di sezione, alla temperatura di zero gradi centigradi.

4.° Una Commissione internazionale determinerà con nuove esperienze, per la pratica, la lunghezza di quella colonna, che rappresenterà il valore di una *Ohm*.

5.° Si chiamerà *Ampère* la corrente prodotta da un *Volt* in un *Ohm*.

(1) Debbo pubblicamente ringraziare il Consiglio Provinciale di Aquila che sollecito della pubblica istruzione, ha fornito e va fornendo il Gabinetto di Fisica del R. Istituto Tecnico, rendendomi così possibile l'istituire ricerche scientifiche.

6.° Si chiamerà *Coulomb* la quantità di elettricità definita dalla condizione che una *Ampère* dia una *Coulomb*, in un secondo.

7.° Si chiamerà *Farad* la capacità definita dalla condizione che una *Coulomb*, in una *Farad*, dia una *Volt*.

La votazione di queste decisioni fu preceduta da molte discussioni, e principalmente da spiegazioni date da Sir W. Thomson e dai signori Helmholtz e Förster, e alla fine della seduta anzidetta il Congresso adottò la risoluzione seguente. « Il Congresso fa voti che il Governo francese si metta in « relazione con le altre potenze, per nominare un Comitato « esecutivo, incaricato delle ricerche necessarie per determi- « nare le unità ».

Il sig. Förster (Germania) chiese in nome suo, ed in nome di molti suoi colleghi, che nel processo verbale fosse espressa la loro convinzione « che le attuali decisioni non « sono che una base primitiva, ossia un progetto di principi, « il di cui sviluppo scientifico sarà il compito della Commis- « sione internazionale; e che questo riservo è tanto più im- « portante, in quanto che la esperienza ha dimostrato che le « decisioni di ogni grande riunione scientifica, ebbero sempre « d'uopo di esser modificate dopo un più lungo esame, senza « però che fosse posto in questione il valore generale di quelle « decisioni collettive ».

Il Congresso desiderò di rammentare nelle definizioni delle unità elettriche i nomi di Ampère e di Coulomb, così come è nella *Farad*, che è la misura della capacità di un condensatore che contiene una unità *Coulomb*, quando la differenza di potenziale fra i suoi dischi è di una *Volt*.

Quanto alla materia per formare i campioni, Sir Thomson fece osservare che convenne rinunziare ai soliti metalli, i quali si alterano pel passaggio della corrente: onde si ebbe ricorso al principio applicato con buon successo dal Siemens già da lungo tempo, e che permette di fare con un calcolo molto semplice la conversione delle unità Siemens, tanto usate, in nuove unità, espresse esse pure in colonne di mercurio.



Schema del Volano Elettro magnetico trasversale

Fig. 1

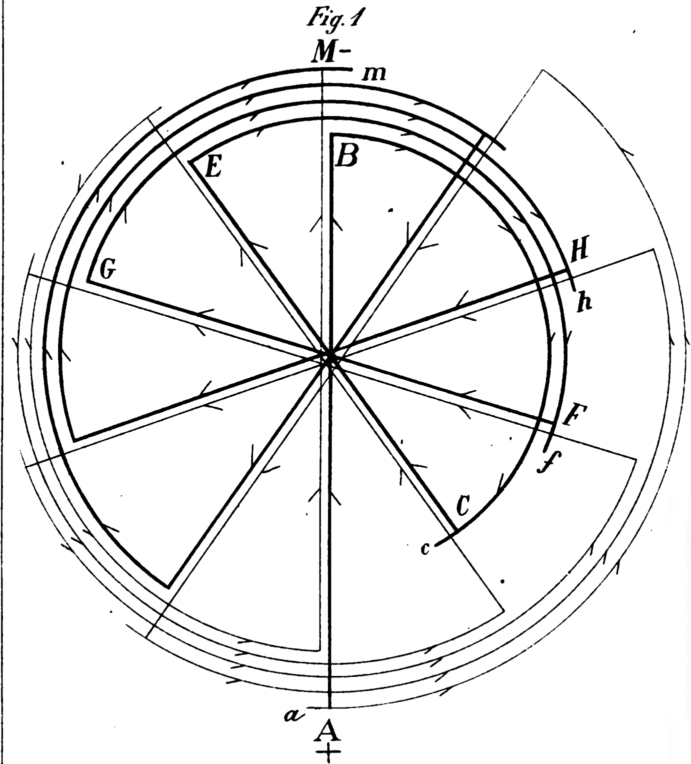


Fig. 2

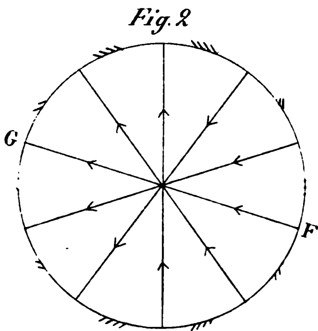
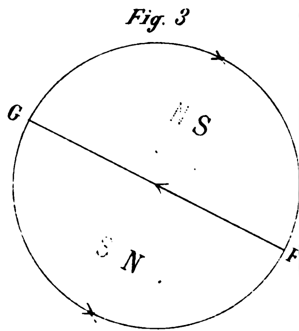
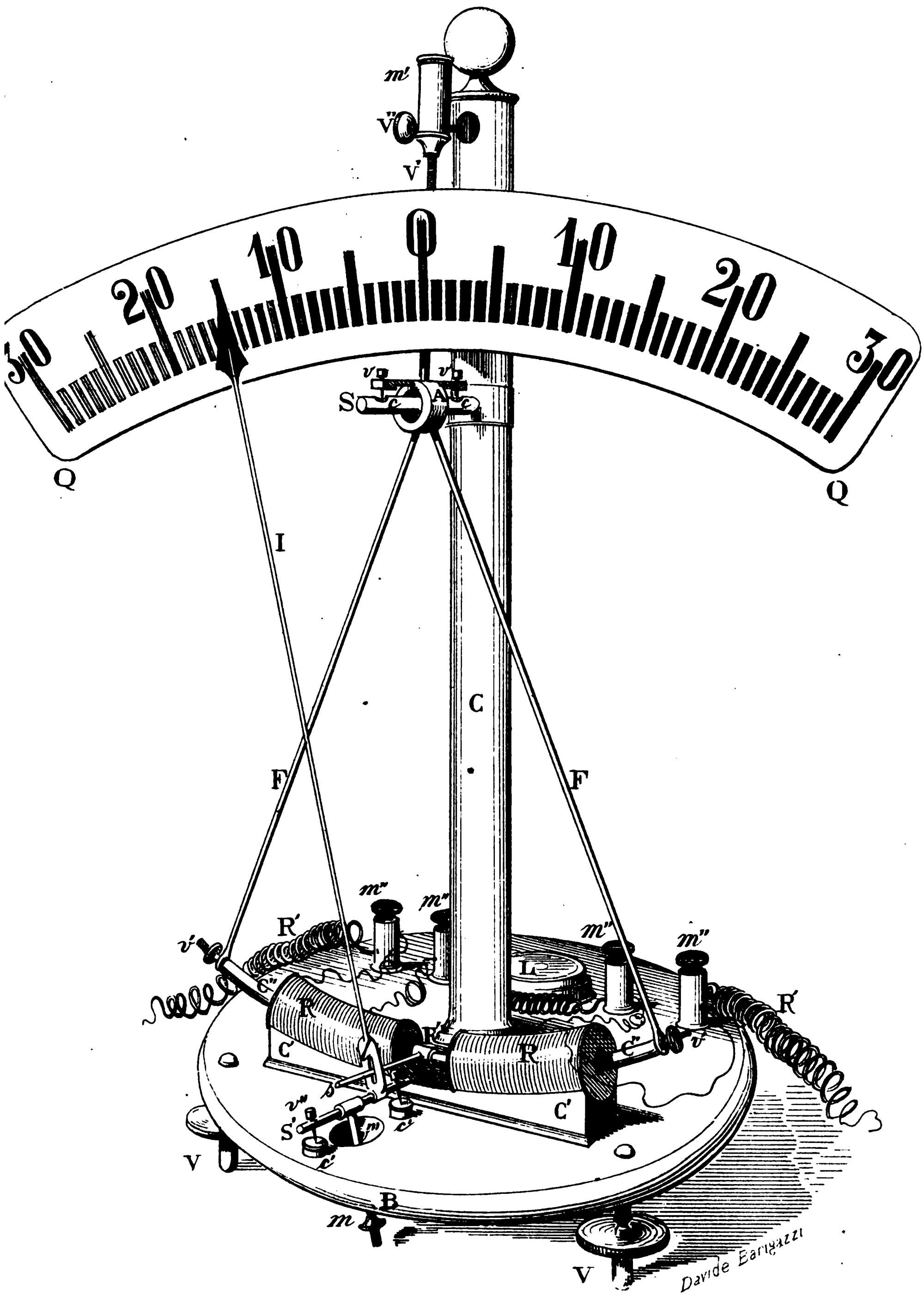


Fig. 3



in Pisa il 29 Maggio 1875 *Antonio Pacinotti*


30
20
10
0
10
20
30
Q
Q
m'
V''
V'
S
A
I
C
F
F
m''
m''
m''
m''
R'
R'
L
R
R
C'
C'
v'
v'
S'
B
m
V
V
Davide Barigazzi


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATION

SOPRA I CALORI SPECIFICI DELLE SOLUZIONI SALINE; STUDIO SPERIMENTALE DI S. PAGLIANI.

Sunto (1).

I. (2).

Numerose sono già le determinazioni di calori specifici delle soluzioni saline, ma in generale le ricerche furono rivolte allo studio di soluzioni di sali di acidi minerali, e poche sono le determinazioni fatte su sali di acidi organici. Non conosco che quelle fatte da Thomsen (Pogg., *Ann.* 192, 1871) sopra l'acetato di sodio e quelle di Marignac (*Arch. des Sciences Phys. et Nat.*, 55, 1876) sopra un certo numero di acetati e sopra l'ossalato potassico. Gli studi fatti sul calore specifico delle soluzioni saline condussero alla conclusione, che in generale il calore specifico molecolare di una soluzione salina è inferiore alla somma dei calori molecolari del sale anidro e dell'acqua che lo scioglie, e che se si diluisce una soluzione acquosa con acqua ne risulta una nuova soluzione, il cui calore molecolare è minore della somma dei calori molecolari dei liquidi mescolati.

Sotto quel punto di vista non esisterebbe parallelismo fra la costituzione delle soluzioni saline e quella delle leghe. Difatti le esperienze di Regnault dimostrarono che il calore specifico di una lega è uguale al calore specifico medio dei suoi componenti, cioè che se noi uniamo un peso P_1 di un metallo di calore specifico c_1 con un peso P_2 di un altro metallo di calore specifico c_2, il calore specifico c della lega risultante è dato da

$$c = \frac{P_1 c_1 + P_2 c_2}{P_1 + P_2}.$$

(1) Vedi *Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino*. Vol. XVI.

(2) Nel Fascicolo di Settembre, Ottobre e Novembre fu stampata, per errore, la seconda parte di questo lavoro, mentre doveva essere posta la prima.

Per le soluzioni invece, già le esperienze di Person *(Ann. Chim. et Phys.* (3), 33, 1851) e quelle di Schüller (Pogg., *Ann.* 136, 1869) dimostrarono che se si indica con c_1 il calore specifico del sale anidro, con p il peso di acqua su 1 gr. di sale, il calore specifico medio della soluzione che si ottiene dalla eguaglianza $c = \frac{c_1 + p}{1 + p}$ è in generale superiore al calore specifico vero. E mentre se si prende il calore specifico del sale solido, può il calore specifico della soluzione in casi particolari diventare uguale o maggiore del medio; prendendo quello del sale liquido, sempre il secondo è maggiore del primo, almeno per i sali studiati da Person; quindi questi deduceva che nella soluzione il sale non conserva il calore specifico che aveva allo stato solido, e, osservandosi regolarità soltanto quando si considera il sale allo stato liquido, si doveva dedurne che nella soluzione sia il sale già fuso che si unisce col solvente. Più esatto però che il confronto fra il calore specifico di una soluzione, con quello medio dedotto dal calore specifico del sale solido e dell'acqua, riesce il confronto con quello dedotto dal calore specifico di una soluzione meno diluita e quello dell'acqua aggiunta.

Si è cercato di dare una spiegazione di questa diminuzione di calore specifico nelle soluzioni. Siccome il calore specifico di un corpo diminuisce coll'aumentare della sua densità, così si potrebbe credere che la diminuzione di calore specifico nelle soluzioni stesse in rapporto colla contrazione di volume, che si osserva in esse. Ma l'esperienza dimostrò che, se in generale nella mescolanza di una soluzione con acqua si ha un volume che è inferiore alla somma dei volumi dei liquidi mescolati, ed un calore molecolare che è inferiore alla somma dei calori molecolari degli stessi liquidi, tuttavia queste due variazioni non presentano alcun rapporto fisso fra di loro. Del resto abbiamo delle soluzioni, nella formazione delle quali non si ha quasi contrazione sensibile di volume, e tuttavia presentano una diminuzione del calore molecolare.

Berthelot (*Ann. de Chim. et de Phys.,* (5) 4,43) diede

un'altra spiegazione del fatto che qui ci occupa. Secondo lui la soluzione conterrebbe il sale anidro unito con un certo numero di molecole d'acqua, e formante così uno o più idrati definiti e dissociati: la proporzione dei più idratati crescerebbe con quella dell'acqua e varierebbe anche colla temperatura. Di più egli suppone che l'acqua di questi idrati acquisti uno stato fisico analogo a quello dell'acqua di cristallizzazione nei sali solidi, cioè che il suo calore specifico diminuisca della metà. Siccome le differenze fra il calore molecolare medio ed il vero, per le soluzioni saline non oltrepassano molto le 45 unità, e sono anche molto minori in quasi tutti i casi, basterebbe a spiegarle secondo Berthelot, che la proporzione totale di acqua che è realmente combinata col sale anidro in una soluzione diluita si elevasse al più a 10 molecole.

A proposito di questa ipotesi di Berthelot, Marignac (*Arch. des Sciences Phys. et Nat.*, 55, 1876), osservò che bisognerebbe nella maggior parte dei casi ammettere l'esistenza di idrati contenenti una maggior quantità d'acqua, che non quella supposta da Berthelot, tanto più se si considera che nel calcolo del calore medio si dovrebbe veramente portare il calore specifico del sale liquido, che è molto superiore a quello del sale solido. Allora per molti cloruri la differenza ammonterebbe a 70 od 80 unità, e si dovrebbe ammettere degli idrati a 16 o 18 molecole di acqua, la qual cosa però sarebbe anche ammissibile perchè conosciamo dei sali che possono formare degli idrati definiti che contengono anche una maggiore quantità d'acqua. Secondo Marignac è difficile di ammettere che l'acqua di un idrato sciolto sia in uno stato fisico paragonabile a quello dell'acqua solida. D'altra parte l'ipotesi di Berthelot supporrebbe che la diminuzione di calore specifico dovesse essere in rapporto colla tendenza dei sali a combinarsi coll'acqua; ora le esperienze di Person e di Marignac non condussero a questo risultato. Di più essa non sarebbe applicabile che ai casi in cui si ha diminuzione di calore specifico. Le soluzioni degli acetati presentano un aumento nel calore specifico, cioè il calore molecolare di queste soluzioni risulta più grande di quello che si calcolerebbe dai calori molecolari dei componenti.

Senza ammettere un cambiamento nello stato fisico e nel calore specifico dell'acqua, Marignac propose di ammettere l'esistenza di idrati definiti e dissociati, la cui proporzione varierebbe con quella dell'acqua e colla temperatura. Difatti se nelle variazioni di temperatura avvengono cambiamenti nella costituzione chimica della soluzione, questi possono produrre uno sviluppo, oppure un assorbimento di calore che deve diminuire od aumentare il suo calore specifico. Noi sappiamo come per certi sali fino ad una data concentrazione delle loro soluzioni, queste presentano un calore specifico inferiore al medio. Crescendo la proporzione del sale, il calore specifico vero va assumendo dei valori sempre superiori a quelli del calore specifico medio. Ed anche colla temperatura il calore specifico delle soluzioni va aumentando.

Per quelle soluzioni che presentano una relazione inversa alla generale si dovrebbe andare a temperature inferiori, per arrivare agli stessi risultati.

La questione tuttavia non è, come si vede, affatto risolta. Non si sa ancora nulla sulla natura di questi idrati definiti nelle soluzioni. Perciò mi sembra utile l'accrescere il numero dei dati intorno ai calori specifici delle soluzioni e dei miscugli di liquidi; per le prime rivolgendosi particolarmente allo studio di sali di acidi organici, i quali sembrano presentare un'eccezione al fatto generale più volte accennato.

Si è dietro queste considerazioni che ho intrapreso una serie di ricerche intorno al calore specifico delle soluzioni di sali organici, tanto di sali di acidi omologhi, come di acidi isomeri che polimeri, sia che l'isomeria abbia l'una o l'altra ragione nella costituzione chimica di questi acidi.

Siccome mi sono servito di un metodo affatto diverso da quelli finora praticati per tali determinazioni, ho fatto precedere delle esperienze sopra le soluzioni dei solfati di sodio, di magnesio, di rame, per porle a confronto coi risultati già ottenuti da Thomsen e da Marignac.

Il metodo da me adoperato è quello di Pfaundler (*Wien. Acad, Ber.*, 59, 1869). Esso è fondato sopra l'effetto termico prodotto dal passaggio della corrente in un filo metallico, ef-

fetto che è proporzionale alla resistenza del conduttore secondo la legge di Joule.

Se noi abbiamo due calorimetri uguali, contenenti due diversi liquidi, e in ciascuno di essi si trova un filo di platino di uguale resistenza, quando si faccia passare la corrente per i due fili le quantità di calore cedute ai due liquidi saranno uguali.

Se chiamiamo quindi c_1 il calore specifico di uno dei liquidi, p_1 il suo peso, a_1 l'equivalente in acqua delle porzioni di calorimetro e di termometro e di accessori bagnate dal liquido, θ_1 l'innalzamento di temperatura per effetto della corrente; c_2, p_2, a_2, θ_2, le quantità analoghe per l'altro liquido, avremo la relazione:

$$(p_1 c_1 + a_1)\,\theta_1 = (p_2 c_2 + a_2)\,\theta_2 \,.$$

Se uno dei liquidi è l'acqua, avremo:

$$(p_1 + a_1)\,\theta_1 = (p_2\, c_2 + a_2)\,\theta_2 \,,$$

donde si ricava

$$(1) \qquad c_2 = \frac{(p_1 + a_1)\,\theta_1 - a_2\,\theta_2}{p_2\,\theta_2} \,.$$

Questa espressione serve nel caso che i due fili dei due calorimetri abbiano uguale resistenza, nel caso contrario si deve determinare il rapporto $\frac{r_1}{r_2}$ fra le resistenze dei due fili. Chiamiamolo ρ, l'espressione (1) diventa

$$(2) \qquad c_2 = \frac{(p_1 + a_1)\,\theta_1 - \rho\, a_2\,\theta_2}{\rho\, p_2\,\theta_2} \,.$$

Il valore di ρ si può determinare o col ponte di Wheatstone o col metodo calorimetrico stesso. Difatti supponiamo che nei due calorimetri si abbia acqua, allora avremo

$$\rho = \frac{r_1}{r_2} = \frac{(p_1 + a_1)\,\theta_1}{(p_2 + a_2)\,\theta_2} \,;$$

quindi basterà fare alcune esperienze con acqua nei due calorimetri e si otterrà il valore di ρ.

Una seria obbiezione si può invero muovere all'applicazione di questo metodo alle soluzioni saline.

Pfaundler stesso dice nel suo *Trattato di Fisica* che il metodo esige che i liquidi non siano conduttori, e che quindi non serve per le soluzioni saline e per gli acidi, se non si trova modo di coprire il platino con una vernice sottilissima.

Ho istituito delle esperienze apposite per vedere se, dando una conveniente grossezza al filo, non si potesse impedire il passaggio della corrente attraverso alla soluzione pur ottenendo un buon effetto termico.

Queste esperienze insieme ad altre, che già esistevano di Poggendorff e di Jacobi, mi convinsero che con una conveniente grossezza del filo di platino si poteva rendere trascurabile il passaggio della corrente anche attraverso a soluzioni molto conduttrici, come quelle di solfato di sodio; quindi anche il metodo di Pfaundler convenientemente applicato può servire per la determinazione del calore specifico delle soluzioni.

Descrizione dell' apparecchio. — Due piccoli calorimetri di vetro sono fissati per mezzo di tappi di sughero nel coperchio saldato di un recipiente metallico cilindrico A (*fig.* 1 *Tav. VI*) del diametro di 9 cm. e dell'altezza di 10 cm; questo recipiente è disposto in un bagno d' acqua a doppia parete B, in cui l'acqua è agitata dall' agitatore C mosso da un motore elettromagnetico. Volendo operare ad una temperatura poco al disopra di quella dell'ambiente si riscalda per mezzo di una lampada circolare, costituita da un semplice tubo di ottone munito di fori, l'acqua del compartimento esterno. In questo modo si può ottenere temperatura costante e fare delle buone determinazioni di calore specifico, come si vedrà in seguito.

I due calorimetri non sono altro che due tubi da saggi di vetro molto sottile, della lunghezza di 19 cm. e del diametro di 23 a 25 mm. Ciascuno di questi calorimetri è chiuso da un tappo di sughero a 4 fori, in due dei quali passano

due grossi fili di rame che portano il filo di platino lungo da 4 a 5 cm. e del diametro di mm. 0,5: nel centrale sta un termometro, e nel quarto passa liberamente una bacchettina di vetro ripiegata all'estremità ad angolo retto, che serve di agitatore. I due agitatori *a*, *b* passano poi in due fori fatti alle estremità di una laminetta metallica *c*, la quale viene fissata per mezzo di due spiraline di rame avvolte a ciascun agitatore, l'una sopra, l'altra sotto la laminetta. Per mezzo di un'asticina di legno si può, stando a distanza, alzare ed abbassare questa laminetta metallica e così agitare uniformemente ed ugualmente il liquido nei due calorimetri. I quattro fili di rame portano ciascuno alle estremità un serrafilo di ottone con due piccole viti di pressione.

I due fili di rame *d*, *e*, sono uniti da un altro filo grosso di rame; i due *f*, *g*, stanno uniti l'uno con un reoforo, che viene direttamente dalla pila, l'altro con un reoforo mobile, che serve a stabilire il circuito immergendone l'estremità in un bicchierino di mercurio.

I due fili di rame ed il filo di platino, per la parte che sta nei calorimetri, sono coperti di un sottile strato di guttaperca, che va rinnovata di tanto in tanto, onde isolarli completamente. Serve molto bene a questo scopo una soluzione nella benzina di quella porzione della guttaperca che si ottiene come sostanza bianca, fusibile solo verso 100°, solubile nella benzina, insolubile nell'alcool e che è conosciuta col nome di *gutta pura*. — I due calorimetri erano per due terzi coperti di una sottile foglia di stagnola.

Per avere sempre una corrente press'a poco della stessa intensità, tra la pila e uno dei due poli dei calorimetri, ho interposto un reostato costituito semplicemente da un tubo lungo e di piccolo diametro ripiegato ad U e pieno di mercurio. Alla estremità di una delle branche pesca nel mercurio l'estremità del reoforo della pila, nell'altra branca del tubo si può immergere più o meno un filo di platino, che coll'altra estremità pesca nel bicchierino di mercurio, in cui viene ad immergersi l'estremità del reoforo mobile dell'apparecchio.

La pila era formata da una sola coppia Bunsen di grandezza media.

I due termometri adoperati erano assai piccoli, a scala arbitraria e destinati a misurare soltanto temperature al disotto di 50°. Se ne determinò il punto O e si confrontarono accuratamente e a diverse temperature con un termometro Fastrè, già confrontato col termometro ad aria. Si ebbe così il valore del grado in divisioni del termometro. Per il termometro che stava nell' acqua 7,74 divisioni corrispondevano a un grado, per l'altro 8,57. Siccome con un cannocchiale si poteva apprezzare i decimi ed i mezzi decimi di divisione, la determinazione della variazione di temperatura poteva esser fatta in modo assai preciso.

Modo di operare. — Per fare una determinazione si introduceva in uno dei calorimetri 12 a 15 gr. di acqua, che si misuravano con una *burette* di Mohr verificata, nell' altro un peso determinato di soluzione. Si cercava sempre che la soluzione occupasse all'incirca lo stesso volume dell'acqua, perchè così, siccome il calore specifico cresce ed il peso di uno stesso volume diminuisce colla diluizione, si otteneva un effetto termico non troppo differente nei due calorimetri, condizione che è utile.

Si incominciava a leggere i due termometri, l'uno al minuto intiero, l'altro al mezzo minuto, sino a che la temperatura fosse costante, oppure la variazione di temperatura per ciascuno di essi non superasse $^1/_{10}$ di divisione per minuto. Negli intervalli fra le letture si agitavano continuamente i liquidi nei calorimetri. Ottenuta la costanza, al mezzo minuto si chiudeva il circuito e si continuava a leggere i termometri nello stesso modo, fino a che si avesse un innalzamento di temperatura corrispondente a 8 o 10 divisioni. Si era regolata prima la intensità della corrente in modo da ottenere questo riscaldamento in 8 a 10 minuti. Al mezzo minuto si apriva il circuito e si continuava a leggere per 20 minuti circa. Allora la determinazione era finita. Si vede che essa non richiede più di 40 minuti e si può fare benissimo eperando da solo.

Calcolo dei risultati. — Per le correzioni relative alle perdite di calore verso l' esterno mi sono attenuto ad un metodo analogo a quello adoperato dai prof. Naccari e Bellati nel loro studio sperimentale sulla intensità del fenomeno Peltier a varie temperature (*Atti dell' Istit. Veneto*, 5, IV, 1878).

Al principio di ogni determinazione i due calorimetri avevano in generale temperature poco diverse; ma, quando avveniva il riscaldamento per il passaggio della corrente, ciascun calorimetro perdeva calore e non in egual proporzione. Prendendo per ascisse i tempi e per ordinate le differenze fra la temperatura al momento della chiusura del circuito e quella che il termometro aveva segnato in ciascun minuto precedente o successivo costruii graficamente l'andamento della temperatura per ciascun calorimetro.

Prima della chiusura del circuito la curva non si scostava molto dall'asse delle ascisse o coincideva con esso, ma chiuso il circuito saliva rapidamente e, dopo aperto questo, in alcuni casi saliva ancora e raggiungeva un massimo, in altri discendeva tosto, prima rapidamente, poscia con rapidità sempre minore. Ora noi possiamo ammettere che ciascun calorimetro nel periodo del riscaldamento, per un dato eccesso della sua temperatura sopra quella dell'ambiente, si trovi nelle stesse condizioni di perdite di calore come nel periodo del raffreddamento in quell'intervallo di tempo, in cui si ha un eguale eccesso della temperatura del calorimetro su quella dell'ambiente; quindi potremo applicare alla variazione di temperatura in ciascun minuto del periodo ascendente una variazione che otterremo prendendo la corrispondente variazione di temperatura nel periodo discendente e dividendo questa per il tempo durante il quale si compie.

La curva segnata nella fig. 2 rappresenta appunto l' andamento del fenomeno in una dell' esperienze. L'ordinata maggiore corrisponde ad un' osservazione fatta un minuto dopo l' apertura del circuito. La correzione venne applicata ammettendo che la trasmissione di calore dal reoforo fosse cessata un minuto dopo raggiunta la massima temperatura. Per calcolare, ad esempio, la correzione spettante all' intervallo di

tempo trascorso fra le osservazioni relative ai punti segnati a e a', ho condotto per questi due punti due rette orizzontali, le quali tagliano il tratto discendente della curva in y e in y'. Dividendo la differenza fra le ordinate y e y_1 espresse in gradi per il numero dei minuti che corrispondono alla differenza fra le rispettive ascisse, ho ottenuto la correzione cercata. Parimenti ho operato per gli altri intervalli, e per quello a cui manca il tratto corrispondente nella porzione discendente della curva ho applicato una correzione media fra quella spettante all'ultimo tratto considerato e quella del periodo che precedette l'esperienza.

Come fu fatto dalla maggior parte degli sperimentatori ho ritenuto nelle mie esperienze come costante il calore specifico dell'acqua, fatto uguale ad 1.

Gli equivalenti in acqua dei fili di rame, del filo di platino, della porzione di calorimetro, del termometro e dell'agitatore bagnata dal liquido furono desunti direttamente dal peso e dal calore specifico corrispondente delle suddette parti. Nelle tavole seguenti sono indicati con a_1 e a_2 gli equivalenti in acqua totali delle parti immerse per ciascun calorimetro.

Esperienze con acqua. — Ho fatto precedere delle esperienze con acqua allo scopo principale di determinare il valore del rapporto fra le resistenze dei due fili. Ogni volta poi che in seguito esso veniva variato per cambiamenti nei fili, si ebbe cura di determinarlo per mezzo di nuove esperienze con acqua.

Non cito qui che la prima serie di determinazioni fatte a tale scopo per dimostrare come si possano ottenere dei valori assai concordanti.

Nella tavola che segue, nella prima colonna sta il numero d'ordine delle esperienze.

P_1 e P_2 è il peso dell'acqua nei due calorimetri,

t_1 e t'_1 le temperature iniziale e finale in un calorimetro,

t_2 e t'_2 le temperature corrispondenti per l'altro.

θ_1 e θ_2 gli aumenti di temperatura corrispondenti.

c il calore specifico dell'acqua. Questo fu dedotto prendendo

la media aritmetica dei due calori specifici calcolati colle formule:

$$c_1 = \frac{(P_1 + a_1)\,\theta_1 - a_2\,\theta_2}{P_2\,\theta_2} \quad \text{e} \quad c_2 = \frac{(P_2 + a_2)\,\theta_2 - a_1\,\theta_1}{P_1\,\theta_1}:$$

ρ è il rapporto delle resistenze dei due fili.

Acqua — $a_1 = 1,18$ $a_2 = 1,09$.

N°	P_1	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	c	ρ
1	12,695	11,660	15°,35	17°,14	15°,02	17°,04	1°,79	2°,02	1,001	0,963
2	12,465	12,405	14,86	16,17	14,64	15,97	1,31	1,33	1,000	0,966
3	12,350	12,325	14,06	14,74	14,00	14,71	0,68	0,71	1,001	0,959
4	12,350	12,325	13,93	15,06	13,85	15,05	1,13	1,20	1,002	0,953
5	12,350	12,325	14,11	14,60	14,01	14,59	0,49	0,51	1,001	0,964

Il valore medio dato da queste sei determinazioni è $\rho = 0,962$ fra 13° e 18°. Se si calcola l'errore del medio colla formula

$$\Delta M = \sqrt{\frac{\Sigma\,\delta^2}{n\,(n-1)}} \quad \text{si ha} \quad \Delta M = 0,0021\,.$$

Se si tien conto che si tratta di determinazioni calorimetriche l'errore di 2 millesimi è piccolissimo. Del resto ho controllato le determinazioni fatte col metodo calorimetrico con determinazioni fatte col ponte di Wheatstone ed ho trovato valori affatto coincidenti.

La resistenza di ciascuno dei fili fu trovata assai piccola, compresa fra 0,02 e 0,03 unità Siemens. Siccome le determinazioni furono fatte in generale nei limiti di temperatura sopra indicati, e il riscaldamento dei due liquidi pochissimo differente, così non ho nel calcolo dei risultati tenuto conto della variazione della resistenza elettrica dovuta alla temperatura.

Esperienze con alcool. — Dopo queste esperienze con acqua ho fatto delle determinazioni con alcool per vedere se si ottenessero risultati concordanti in una sostanza per la quale non poteva esservi dubbio riguardo alla conducibilità elettrica.

L'alcool da me adoperato aveva una densità = 0,794 a 14° riferita all'acqua a 4°.

I risultati sono registrati nella tavola.

In essa come nelle tavole seguenti non fu iscritto il valore di P_1 peso dell'acqua, perchè si adoperarono in tutte le determinazioni sempre 12 gr. di acqua.

P_2 è il peso del liquido da studiarsi.

t_1, t'_1, t_2, t'_2, θ_1, θ_2, c, ρ dinotano le stesse quantità che precedentemente.

Alcool — $a_1 = 1{,}27$ $a_2 = 1{,}59$.

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	ρ	c
6	15,01	14°,96	17°,01	15°,26	17°,88	2°,05	2°,62	0,962	0,616
7	15,01	14,22	15,21	14,09	15,35	0,99	1.26	»	0,617
8	15,01	14,31	15,84	14,22	16,18	1,53	1,96	»	0,615
9	15,01	14,44	15,86	14,23	16,03	1,42	1,80	»	0,621

Il valore medio che si deduce da queste determinazioni è $c = 0{,}617$ fra 14° e 18°, concordante col medio dei valori ottenuti da altri sperimentatori. L'errore del medio sarebbe $\Delta M = 0{,}001$.

Mi sembra stabilito dalle esperienze precedenti che il metodo di Pfaundler, anche applicato nel modo indicato, serve alla determinazione del calore specifico dei liquidi.

Calore specifico delle soluzioni saline. — Le soluzioni di solfato di sodio, di magnesio e di rame furono preparate con sali ben depurati. Si cominciava ad accertarsi coll'analisi della purezza dei sali, poi si determinava il titolo delle soluzioni sia per semplice evaporazione, sia coi metodi analitici.

Delle soluzioni alcune poche furono preparate direttamente con sale cristallizzato, le altre furono ottenute per diluizione di soluzioni più concentrate.

Soluzioni di solfato di sodio. — Le soluzioni n° 1, 2, 4, 6 furono preparate sciogliendo del sale cristallizzato, le altre per diluizione. Per le soluzioni n° 1 e n° 2 si sono fatte

le determinazioni ad una temperatura un po' superiore a quella dell'ambiente, nel modo indicato sopra e si ebbero tuttavia dei buoni risultati. Il numero che sta scritto dopo la formola indica la quantità di sale anidro per 100 di soluzione.

1. $Na^2SO^4 + 40 H^2O = 19{,}34$ %. $a_1 = 1{,}06$. $a_2 = 1{,}13$. $P_1 = 12$.

N.	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	ρ	c
10	12,93	21°,15	22°,61	21°,18	21°,85	1°,46	1°,67	0,962	0,834
11	12,93	20,76	22,31	20,81	22,52	1,55	1,71	»	0,852
12	12,93	20,27	21,74	20,25	21,91	1,47	1,66	»	0,842

Medio fra 20° e 23° 0,843

2. $Na^2SO^4 + 50 H^2O = 13{,}63$ %.

13	13,59	18,88	19,94	18,78	19,88	1,06	1,10	0,962	0,876
14	13,59	19,61	20,88	19,54	20,87	1,27	1,33	»	0,871
15	13,59	18,62	19,88	18,80	20,13	1,26	1,33	»	0,864

Medio fra 18° e 21° 0,870

3. $Na^2SO^4 + 80 H^2O = 8{,}97$ %.

16	13,45	13,09	14,50	13,13	14,56	1,41	1,43	0,962	0,908
17	13,45	13,73	15,01	13,84	15,15	1,28	1,31	»	0,900
18	13,45	13,95	15,29	14,06	15,43	1,34	1,37	»	0,898

Medio fra 13° e 16° 0,902

4. $Na^2SO^4 + 100 H^2O = 7{,}31$ %. $a_1 = 1{,}06$. $a_2 = 1{,}13$. $P_1 = 12$.

19	12,09	14,79	15,84	14,82	15,98	1,05	1,16	0,962	0,921
20	12,09	15,42	16,59	15,52	16,81	1,17	1,29	»	0,925
21	12,09	14,83	15,93	15,30	16,51	1,10	1,21	»	0,922

Medio fra 14° e 17° 0,923


5. $Na^2SO^4 + 200\, H^2O = 3,79\ \%$.

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	ρ	c
22	13,38	13,95	15,10	14,18	15,31	1,15	1,13	0,962	0,956
23	13,38	13,86	15,24	13,97	15,30	1,38	1,33	»	0,963

Medio fra 14° e 16° 0,959


6. $Na^2SO^4 + 400\, H^2O = 1,93\ \%$.

24	13,48	12,57	13,79	12,76	13,92	1,22	1,16	0,962	0,975
25	13,48	13,37	14,49	13,43	14,49	1,12	1,06	»	0,978

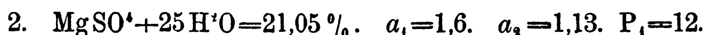
Medio fra 12° e 15° 0,977

Soluzioni di solfato di magnesio. — La soluzione n.° 1 fu preparata con sale cristallizzato, le altre per diluizione.


1. $Mg\,SO^4 + 20\, H^2O = 25\ \%$. $a_1 = 1,06$. $a_2 = 1,13$. $P_1 = 12$.

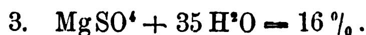
N.	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	ρ	c
26	13,22	21,48	22,97	21,53	23,35	1,49	1,82	0,962	0,756
27	13,22	20,84	22,29	20,95	22,72	1,45	1,77	»	0,755
28	13,22	19,65	20,75	19,70	21,05	1,10	1,35	»	0,754

Medio fra 19° e 24° 0,755


2. $Mg\,SO^4 + 25\, H^2O = 21,05\ \%$. $a_1 = 1,6$. $a_2 = 1,13$. $P_1 = 12$.

29	14,50	18,51	19,91	18,53	20,02	1,40	1,49	0,962	0,796
30	14,50	18,95	20,29	19,17	20,58	1,34	1,41	»	0,807
31	14,50	12,88	14,24	12,81	14,26	1,36	1,45	»	0,801

Medio fra 12° e 21° 0,801


3. $Mg\,SO^4 + 35\, H^2O = 16\ \%$.

32	15,11	14,21	15,50	14,53	15,83	1,29	1,30	0,962	0,818
33	15,11	14,47	15,67	14,50	15,72	1,20	1,22	»	0,812

Medio fra 14° e 16° 0,815

4. $MgSO^4 + 40\,H^2O = 14{,}28\,\%$.

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	ρ	c
34	13,84	14,64	15,93	14,58	15,99	1,29	1,41	0,939	0,832
35	13,84	14,82	16,03	14,88	16,21	1,21	1,33	»	0,832

Medio fra 14° e 17° 0,832

5. $MgSO^4 + 50\,H^2O = 11{,}76\,\%$.

36	13,07	14,18	15,37	14,12	15,46	1,19	1,34	0,939	0,858
37	13,07	15,91	17,16	15,93	17,33	1,25	1,40	»	0,866

Medio fra 14° e 18° 0,862

Soluzioni di solfato di rame. — La soluzione n.° 1 fu ottenuta sciogliendo del sale cristallizzato, le altre per diluizione.

1. $CuSO^4 + 50\,H^2O = 15{,}05\,\%$. $a_1 = 1{,}06$. $a_2 = 1{,}13$. $P_1 = 12$.

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	ρ	c
38	15,07	12,90	14,15	12,81	14,08	1,25	1,27	0,923	0,850
39	15,07	13,19	14,60	13,21	14,65	1,41	1,44	»	0,844
40	15,07	12,31	13,80	12,32	13,84	1,49	1,52	»	0,849

Medio fra 12° e 15° 0,848

2. $CuSO^4 + 100\,H^2O$ $8{,}14\,\%$.

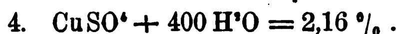
41	13,355	13,63	14,93	13,80	15,20	1,30	1,40	0,923	0,897
42	13,355	12,83	14,15	12,81	14,24	1,32	1,43	»	0,895
43	13,355	12,96	14,35	12,95	14,45	1,39	1,50	»	0,897
44	13,355	12,87	14,24	12,85	14,32	1,37	1,47	»	0,901

Medio fra 12° e 16° 0,898


3. $CuSO^4 + 200\,H^2O = 4{,}24\ \%$.

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	ρ	c
45	12,80	12,15	13,40	12,12	13,45	1,25	1,33	0,923	0,948
46	12,80	12,27	13,57	12,28	13,66	1,30	1,38	»	0,949
47	12,80	12,49	13,72	12,51	13,82	1,23	1,31	»	0,955

Medio fra 12° e 14° 0,951


4. $CuSO^4 + 400\,H^2O = 2{,}16\ \%$.

N°	P_2	t_1	t'_1	t_2	t'_2	θ_1	θ_2	ρ	c
48	12,58	13,78	14,91	13,80	14,98	1,13	1,18	0,923	0,972
49	12,58	15,51	16,82	15,70	17,08	1,31	1,38	»	0,979

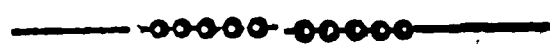
Medio fra 13° e 17° 0,975

Confronto dei risultati da me ottenuti con quelli dati da Thomsen e da Marignac. — I valori del Marignac, eccetto quello relativo alla soluzione $Na^2SO^4 + 400\,H^2O$, furono tolti dalla memoria pubblicata nel 1876, dove sono corretti alcuni valori relativi al solfato di sodio pubblicati nel 1870.

$Na^2SO^4 + N\,H^2O$				$MgSO^4 + n\,H^2O$				$CuSO^4 + n\,H^2O$			
n	Thoms.	Marign.	trovati	*n*	Thoms.	Marign.	trovati	*n*	Thoms.	Marign.	trovati
25		0,819		20	0,745		0,755	50		0,841	0,848
40			0,843	25			0,801	100		0,908	0,898
50		0,875	0,870	35			0,815	200	0,953	0,951	0,950
65	0,892			40			0,832	400			0,975
80			0,902	50	0,857	0,865	0,862				
100	0,920	0,925	0,923	100	0,917	0,922					
200	0,955	0,958	0,959	200	0,952	0,955					
400		0,977	0,980								

Se si considera il grado di precisione che si può raggiungere, nelle determinazioni calorimetriche, mi sembra che la

concordanza fra i risultati da me ottenuti e quelli di Thomsen e Marignac sia sufficiente per dimostrare come il metodo da me adoperato sia conveniente per la misura dei calori specifici delle soluzioni saline.



NUOVE ESPERIENZE PER DIMOSTRARE LA CORRENTE INTERNA NELLE PILE; PER MARCO FELICE.

1. In tutti i trattati di fisica, anche elementari, si dice che nelle pile, la corrente circola non solo all'esterno dal polo positivo al negativo, ma anche nell'interno, in senso contrario. Per es., in una pila di Volta a tazze (*fig. 1, pag.* 262) mentre la corrente all'esterno va dall'ultimo rame (R, a destra) all'ultimo zinco (Z, a sinistra), nell'interno invece va da questo a quello (siccome indicano le freccie).

Il che naturalmente richiede che il rame elettro-positivo all'esterno del liquido sia elettro-negativo nell'interno, e inversamente per lo zinco (siccome indicano i segni + e —).

2. Ma di questa importante proposizione che: *la corrente elettrica nell' interno delle pile circola in senso contrario a quello esterno,* anche nei trattati più estesi e completi non si dà, in generale, una prova sperimentale diretta, ma solo una indiretta, la quale consiste nell'osservare che da essa dipende il fenomeno della polarizzazione delle lastre polari e quindi dell'indebolimento della corrente.

Infatti, il Wülner nel suo pregevole ed esteso Trattato di Fisica sperimentale, dopo aver parlato replicatamente della corrente interna delle pile, senza darne alcuna prova, dice poi a proposito dell'indebolimento della corrente nelle pile ad un solo liquido (1):

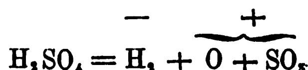
« La causa di questo indebolimento si è che, *per la « corrente interna della pila,* si sviluppa in questa una forza

(1) Wülner, *Lehrbuch der Experimental Physik.* Leipzig, 1875, t. IV, p. 418.

« elettro-motrice, la quale genera una corrente opposta a quella « della pila. *La corrente interna,* cioè, scompone il liquido che « si trova fra i metalli, l'acido solforico diluito; le sue parti « costituenti, il gruppo SO_4 e l'idrogeno H_2, vengono sui me- « talli e li ricoprono. Siccome ora nella pila la corrente va « sempre dal metallo positivo al negativo, cioè dallo zinco al « rame (nell'interno), perciò l'idrogeno si porta sul rame e « il gruppo SO_4 sullo zinco. Quest'ultimo si combina con un « atomo di zinco per costituire solfato di zinco, $Zn\,ZO_4$, il « quale si scioglie nell'acqua. L'idrogeno invece si condensa « alla superficie del rame e ricopre il medesimo, come l'idro- « geno si condensa nel platino nella pila a gas di Grove. Sic- « come ora il rame, come tutti i metalli negativi (entro il « liquido) delle pile, non può da sè decomporre l'acqua, così « nasce quì, come nelle pile a gas, una forza elettro-motrice « che genera una corrente, la quale nel liquido va dal rame « allo zinco, cioè *è contraria a quella generata dalla forza « elettro-motrice preesistente nella pila* ».

3. Ma per intendere bene questa prova della corrente interna, bisogna conoscere il fenomeno dell'elettrolisi prodotta dalla corrente elettrica quando attraversa liquidi composti.

Infatti, se mediante elettrodi di platino si conduce una corrente elettrica in un voltametro contenente acqua acidula, si osserva svolgersi idrogeno all'elettrodo negativo e ossigeno all'elettrodo positivo. Si sa che questa che si denomina comunemente *esperienza della scomposizione dell'acqua,* non è veramente che una *scomposizione dell'acido solforico,* perchè l'acqua pura non viene scomposta dalle correnti che si usano ordinariamente. E tale scomposizione s'interpreta nel modo indicato dalla eguaglianza:



$$\overset{-}{H_2SO_4 = H_2} + \overbrace{O + SO_3}^{+}$$

la quale significa, che l'idrogeno H_2 di una molecola H_2SO_4 di acido solforico, si svolge all'elettrodo negativo o *catodo,* e il gruppo o radicale SO_4 si svolge all'elettrodo positivo o *anodo.* Però, quando questo elettrodo positivo è di platino, il

quale metallo non è intaccato dall'acido solforico, il gruppo SO_4 non si combina col platino, ma si scinde in ossigeno O che si sviluppa, e nel gruppo SO_3 detto anidride solforica, che si combina coll'acqua H_2O e ricostituisce l'acido solforico $H_2SO_4 = SO_3 + H_2O$. Quindi in questo caso si ha svolgimento di idrogeno all'elettrodo negativo, e di ossigeno all'elettrodo positivo.

4. Se invece si fa arrivare la corrente nell'acqua acidula mediante lastre di zinco e rame, si svolge sempre idrogeno dalla lastra negativa, sia zinco o rame, mentre la lastra positiva si combina col gruppo SO_4 per formare solfato di rame $CuSO_4$ o solfato di zinco $ZnSO_4$, secondochè quella è di rame o di zinco.

Ora quest'ultimo caso è appunto quello delle pile, nelle quali, uno dei metalli è lo zinco e l'altro è ordinariamente il rame, o il platino, od è sostituito da un metalloide quale il carbone.

Per la corrente interna, diretta dallo zinco al rame, l'acido solforico H_2SO_4 di ciascuna coppia viene decomposto il suo elemento elettro-positivo, cioè l'idrogeno H_2, si sviluppa sul rame, che è elettro-negativo entro il liquido, mentre il gruppo o radicale elettro-negativo SO_4 si sviluppa sullo zinco, che è elettro-positivo entro il liquido, col quale si combina, e costituisce solfato di zinco $ZnSO_4$ che si discioglie.

5. Ma, oltrechè queste considerazioni sono lunghe e complicate, non si possono logicamente neppur fare, nell'insegnamento elementare, quando si parla delle pile, perchè quelle sono fondate sul fenomeno dell'elettrolisi che si studia siccome uno degli effetti delle correnti elettriche, dopo avere stabilito completamente la notizia degli apparecchi che sviluppano queste.

Poi, come dissi, esse costituiscono solo una prova indiretta e non decisiva della esistenza della corrente interna nelle pile, in senso contrario a quello della corrente esterna, e, non potrebbe anche essere, che il fenomeno chimico, il quale avviene in contatto colle lamine polari, mantenesse queste ad un potenziale elettrico differente, così da produrre

nel filo esterno che le congiunge una corrente elettrica, senza che questa esista nel liquido interposto fra le medesime? Se conoscessimo la meccanica molecolare, forse si potrebbe dimostrare *a priori*, che la corrente esterna non può esistere senza l'interna; ma finchè la struttura e meccanica molecolare sono *incognite*, parmi che l'esistenza della corrente interna non abbia certezza scientifica, finchè non è dimostrata direttamente dall'esperienza.

6. Altri, per esempio il Pinto, dice (1): « Vi sono fe-« nomeni i quali dimostrano che nello interno della pila vi è « un'azione ed un'azione continua, e v'è qualche cosa che « si muove vincendo resistenze. Si carichi infatti una pila a « colonna col rame in basso, se ne congiungano i poli con un « filo metallico e la si lasci stare così per un paio di giorni. « Indi si scomponga la colonna e si osservino le facce dei di-« schi di rame; vi si troveranno delle molecole di ossido di « zinco. Queste molecole son venute certamente dai dischi di « zinco sottoposti e quindi hanno avuto bisogno di una forza « che le spingesse in direzione opposta a quella della gravità. « Nell'interno della pila vi è dunque qualche cosa che spinge « la materia ponderabile dal polo negativo al polo positivo, « e lo conferma la seguente esperienza:

« Per mezzo di una membrana si divida un vaso di vetro « in due scompartimenti; si versi molt'acqua nell'uno, poca « nell'altro; e si immerga il reoforo positivo di una forte « pila in quello che contiene maggior quantità di acqua, ed « il negativo in quello che ne ha meno. Segnata precedente-« mente l'altezza dell'acqua in ciascun compartimento, la « si vada ad osservare dopo mezz'ora; la si troverà mutata, « accresciuta dove era minore e diminuita dove era mag-« giore. Più tardi le due altezze si troveranno uguali, più « tardi ancora l'altezza dell'acqua sarà maggiore nel com-« partimento dove era minore.

(1) Trattato elementare di fisica per Luigi Pinto, professore di fisica matematica nella R. Università di Napoli, e professore di fisica sperimentale nel R. Liceo Genovesi. Napoli 1890, pag. 638.

« Realmente dunque nella membrana di separazione vi « è una forza che spinge la materia ponderabile dal lato po- « sitivo al polo negativo, e nell' interno della pila dal nega- « tivo al positivo ».

Ma, come ognuno vede, queste non sono prove sperimentali chiare e convincenti dell' esistenza di una corrente interna inversa dall' esterna nelle pile. Chi studia questi apparecchi, nei libri, vede che la scienza in questo punto è ancora un poco bambina, perchè abbondano le affermazioni vaghe e gratuite, cioè le proposizioni senza prova scientifica precisa.

7. Per altra parte, una prova sperimentale diretta della corrente interna delle pile, parmi abbia anche una certa importanza dal lato scientifico.

Infatti, per spiegare l' elettrolisi prodotta dalla corrente nei liquidi composti, si ammette generalmente la teoria di Grotthus, secondo la quale, il passaggio della elettricità in quelli, avviene mediante la scomposizione delle molecole interposte fra gli elettrodi e il passaggio di atomi da una molecola all' altra, i quali trasportano seco l' elettricità. Ora questo modo di propagazione della elettricità per elettrolisi è alquanto diverso da quello dei metalli, nei quali si ammette che l' elettricità passi direttamente da una molecola all' altra, senza che gli atomi si diano l' incomodo di mutare posto nelle molecole, e senza che queste si scompongano per ricostituirsi immediatamente con gli atomi di molecole vicine; e può farsi la domanda; se il primo modo di propagazione della elettricità, che differisce dal secondo per qualche cosa, sia capace degli stessi effetti esterni che produce questo.

8. Per le quali ragioni mi pare utile tanto dal lato scientifico, quanto per l' insegnamento elementare della fisica il potere dimostrare la corrente interna delle pile con una esperienza semplice e concludente. Chi è esperto di tale insegnamento sa che i giovani non sono guari soddisfatti quando si dà loro a credere senza provare ciò che si afferma, e che la dimostrazione sperimentale, mentre rischiara le loro idee le imprime più salde nella loro mente.

9. Il modo più semplice e più chiaro per dimostrare

la presenza e la direzione di una corrente è la sua azione sull'ago calamitato (1).

Oggetto del presente lavoro, si è appunto di mostrare la realtà della corrente interna mediante la sua azione sull'ago calamitato.

Essa è espressa dalla legge detta di Oerstedt: *quando una corrente elettrica passa sopra o sotto un ago calamitato mobile e parallelamente a questo, lo fa deviare.* Il senso poi della deviazione è determinato dalla regola di Ampère, ***il polo nord dell' ago devia sempre alla sinistra della corrente.***

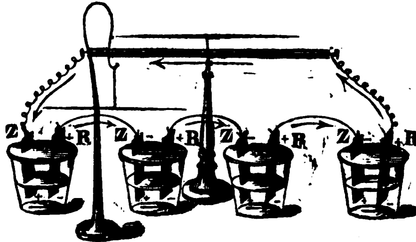
S' intende per destra e sinistra della corrente la destra e la sinistra di una persona nuotante nella direzione della corrente colla faccia rivolta all' ago. Perciò, se questo è sopra la corrente, si deve considerare il nuotatore colla faccia verso l' alto, cioè supino; se invece l' ago è sotto la corrente, allora si deve immaginare il nuotatore colla faccia rivolta in basso, cioè prono. Così cangia la posizione della sua destra e sinistra, ed infatti, cangia pure il senso della deviazione dell'ago.

Quindi dalla deviazione di un ago si può conoscere la presenza e la direzione di una corrente.

10. Per ottenere la deviazione dell' ago calamitato mediante la corrente interna io aveva dapprima ideato la seguente esperienza:

Si dispongono due aghi calamitati mobili, l' uno sul circuito esterno, l' altro sul circuito interno di una pila qualunque, per esempio, di una pila a tazze di Volta, collocata nel meridiano magnetico (*fig. 1*). Indi si chiude il circuito

FIG. 1.



(1) Veramente l'azione della corrente elettrica sull'ago calamitato viene in molti trattati considerata tra gli effetti magnetici della corrente, e quindi dopo

esterno e si veggono contemporaneamente i due aghi deviare in senso contrario.

L'esperienza si può eseguire comodamente anche con una pila Wollaston, o con una pila a truogoli. Anzi in quest'ultimo modo venne già eseguita da Ampère (1).

Ma questa esperienza non è ancora abbastanza chiara e concludente, perchè sull'ago calamitato, sovrastante al circuito interno (*fig. 1*) agisce non tanto la corrente che va nel liquido della seconda coppia (a sinistra) dallo zinco al rame quanto la corrente che percorre il filo che congiunge le lamine rame e zinco della 1ª colla 2ª e di questa colla 3ª coppia, e in questi fili la corrente è sempre diretta dal rame allo zinco, come nel circuito esterno. Quindi la dimostrazione non è abbastanza convincente, e forse per tale ragione non è neppure descritta nel maggior numero dei trattati di fisica, quantunque, come dissi, sia già stata fatta da Ampère.

11. Una seconda dimostrazione sperimentale della corrente interna delle pile, io l'ottenni coll'attaccare due fili di platino agli estremi del filo di un galvanometro, e coll'immergere questi nell'acqua acidula di un recipiente, fra due lastre rame e zinco, senza che le tocchino, siccome indica la figura 2; quando si chiude il circuito esterno delle due lastre, si vede l'ago del galvanometro deviato nel senso di una corrente che va dal filo di platino più vicino alla lamina di zinco, a quello più vicino alla lamina di rame; evidentemente perchè la corrente interna del liquido, diretta dallo zinco al rame, passa in parte pel filo del galvanometro, cioè, perchè avviene in questo una derivazione della corrente interna.

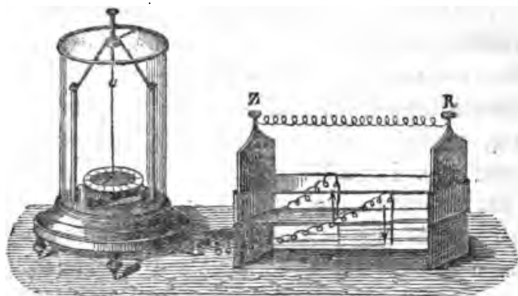
la teoria delle pile. Ma per poter dare ai giovani dimostrazioni sperimentali convincenti dei fenomeni che avvengono in questi apparecchi, io credo vantaggioso il metodo di molti autori, di dare la notizia di quell'azione appena che i giovani hanno acquistato idea della corrente elettrica.

E questa idea si può dare in modo sperimentale semplice e chiaro, mediante l'arroventamento di un filo di platino che congiunga due lastre, rame e zinco, della superficie di uno a due decimetri quadrati, immerse nell'acqua acidula.

(1) V. Boutan et D'Almeida, *Cours élémentaire de physique*, 3. edition, t. II pag. 18; e Daguin, *Traité de physique*, 2. edition, t. III, pag. 334.

Ma anche questa seconda esperienza non è abbastanza adatta a dimostrare nella scuola in modo soddisfacente l'esi-

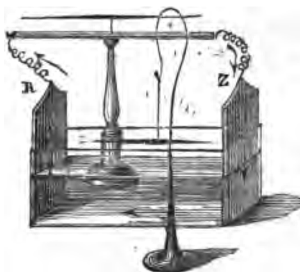
FIG. 2



stenza della corrente interna quando si parla delle pile, perchè la deviazione dell'ago che così si ottiene è piccola, e poi richiede la notizia delle correnti derivate che ancora non si possiede quando si studiano tali apparecchi.

12. La dimostrazione più semplice, chiara e convincente della corrente interna mediante l'ago calamitato, l'ottenni colla seguente esperienza. Si costituisce una coppia alquanto grande (*fig. 3*) con zinco, rame e acqua acidula, e tra le due lastre metalliche alquanto lontane si sospende un ago calamitato sovrastante al liquido, mentre un altro ago si trova sul circuito esterno. Collocati i due circuiti paralleli nel meridiano magnetico, come gli aghi, si chiude il doppio circuito, e si veggono quelli deviare in senso contrario.

FIG. 3



13. E per evitare il sospetto che la deviazione dell'ago possa nascere dalle due porzioni verticali di corrente che per-

corrono le lastre nella parte emersa di queste, come indicano le freccie, si può ripetere questa esperienza con due lastre, zinco e rame, completamente immerse nell'acqua acidula, e coi reofori ad esse attaccati in modo che nessuna porzione di corrente in questi esistente possa agire sull'ago; si ottiene così ancora la deviazione di questo per la sola corrente interna del liquido.

Del resto, anche le porzioni verticali della corrente che percorrono la lastra di zinco dall'alto in basso, e quella di rame dal basso in alto, e che realmente aumentano la deviazione dell'ago, rispetto a quella prodotta dal solo liquido, concorrono a dimostrare che lo zinco è negativo all'esterno e positivo nell'interno del liquido e viceversa il rame.

14. Infine, ponendo l'ago fuori delle lastre, sotto la sola azione della corrente che discende nello zinco, o di quella che ascende nel rame, si ha pure deviazione secondo la regola d'Ampère. Questa esperienza dimostra, se ve ne fosse d'uopo, che nel rame vi è corrente ascendente dalla parte immersa negativa alla parte emersa positiva, e inversamente nello zinco.

15. A me pare, che specialmente l' ultima delle tre descritte esperienze, torni utilissima nell' insegnamento elementare: 1° per dare una dimostrazione sperimentale completa e convincente della circolazione esterna ed interna della elettricità nelle pile; 2° per dimostrare che le lamine polari hanno nell'interno del liquido uno stato elettrico contrario a quello esterno; 3° per fare intendere più chiaramente il fenomeno importante della polarizzazione delle stesse lamine nelle pile ad un solo liquido, ossia della diminuzione del loro stato elettrico nell'interno del liquido, per l'antagonismo che vi è fra tale stato elettrico e quello degli elementi che si sviluppano sulle medesime quando il circuito è chiuso.

Inoltre quella esperienza dimostra ancora, che anche la corrente che si propaga per elettrolisi, come si ammette avvenire nei liquidi composti, è capace di agire sull'ago calamitato, come quella che si propaga senza elettrolisi nei metalli.

16. Infine, nello eseguire codeste esperienze mi venne ancora in pensiero di provare se l' azione della corrente elet-

trica sull' ago calamitato ha luogo a traverso sostanze diverse coibenti e conduttrici. Perciò interposi dapprima tra i fili superiori di un moltiplicatore o telaio avvolto da un filo a più giri, e un ago calamitato sovrastante, diaframmi diversi di vetro, cartone, legno, rame, zinco, mercurio, ecc., e sempre vidi deviazione dell'ago; non però a traverso un diaframma di ferro; il quale fenomeno avviene in generale per le azioni magnetiche.



SU LA COMPOSIZIONE E LE PROPRIETÀ DEL MELLOGENO, NUOVO COMPOSTO OTTENUTO PER VIA ELETTRICA; NOTA DI ADOLFO BARTOLI E GIORGIO PAPASOGLI.

In alcuni lavori precedenti (1) abbiamo già accennato che il carbone di storta previamente purificato per l'azione del cloro ad altissima temperatura, impiegato come elettrodo positivo in un voltametro ad acqua stillata dà luogo alla formazione di acido mellico e di altri acidi benzo-carbonici, nonchè di una nuova sostanza che da noi fu chiamata *mellogeno* od anche *mellitogeno* per la proprietà che ha di generare ossidandosi, dell'acido mellico ed alcuni suoi derivati. In quelle note preliminari non credemmo dovere indicare la composizione e solamente accennammo le proprietà generali del *mellogeno*: ora che abbiamo dopo molte fatiche potuto ottenerne una certa quantità ben puro, abbiamo potuto assegnarne con esattezza la composizione e studiarne meglio le proprietà (2).

(1) Vedi *N. Cimento*, anno 1880, T. VIII, pag. 278; *Gazzetta Chimica*, anno XI, pag. 236; *N. Cimento*, anno 1881, T. X, pag. 204; *Gazzetta Chimica*, fascicolo X, anno 1881.

(2) La difficoltà principale di ottenere mellogeno perfettamente puro ed esente da carbone dipende dalla sua poca solubilità nell' acqua e dalla difficoltà di filtrarlo.

Il *mellogeno* fu da noi preparato purissimo nei modi seguenti.

Dopo aver disgregato con la elettrolisi dell'acqua stillata, per mezzo di potentissima pila, circa un chilogrammo di carbone di storta purificato come fu detto, filtrammo per amianto il liquido nero ed acido del voltametro e le prime acque di lavacro del deposito nero raccolto al fondo del voltametro stesso: il filtrato (che era un liquido nero come l'inchiostro) fu evaporato a bagnomaria e ridotto quasi a secchezza; in questo modo si depose il mellogeno, si raccolse in filtro e si lavò ripetutamente con acqua, la quale passò incolora dapprincipio, incominciò a colorarsi a misura che spariva l'acidità (acidità dovuta all'acido mellico e suoi derivati); quando l'acidità era scomparsa la filtrazione diveniva difficilissima, perchè in tal caso il mellogeno si ridiscioglie in acqua: si collocava allora il filtro in stufa a circa 40° ed appena il mellogeno cominciava a riunirsi in grumi neri brillanti ancora umidi, si distaccava con cautela trascurando le parti che erano in immediato contatto col filtro. Prima d'impiegare il mellogeno così ottenuto ci assicuravamo che esso era esente da mellico e da' suoi derivati.

Maggiore quantità di mellogeno ci forniva il deposito nero Ω raccolto al fondo del voltametro, col metodo seguente: si lavava ciascheduna volta in un vaso alto il deposito nero Ω (circa un chilogrammo) con due litri di acqua stillata: si lasciava depositare per 24 ore e si decantava in vasi cilindrici alti ottanta centimetri, con dieci di diametro: si ripeteva il lavaggio di Ω finchè le acque che dapprima eran nere, poi sempre meno colorate, poi aialline (color marsala) fossero divenute quasi incolore: i liquidi raccolti nei cilindri si lasciavano in quiete per 24 ore e poi si separavano dal po' di deposito che si raccoglieva al fondo, mediante un sifone munito di rubinetto di vetro. Tutti i liquidi di lavacro così ottenuti si acidulavano con acido cloridrico puro (in piccola quantità) il mellogeno allora si precipitava in fiocchi scuri che si riunivano al fondo: si raccoglieva su filtro il mellogeno e si lavava con acqua stillata che passava dapprima

incolora, ma che andava colorandosi prima in giallino e poi in scuro a misura che spariva l'acidità: bisognava a tempo opportuno smettere di lavare (appena sparita l'acidità) per evitare che il mellogeno tornasse a disciogliersi intieramente nell'acqua; ci assicuravamo poi che il mellogeno ottenuto con tal metodo, seccato poi a 100°, non conteneva affatto cloro.

La composizione e le proprietà del mellogeno ottenuto coi due processi ora indicati sono le stesse. Veniamo ora a dire delle proprietà.

Il mellogeno puro seccato sotto campana con acido solforico, è una sostanza solida nera, lucente a guisa del carbon fossile, si riduce in polvere con gran facilità, frattura concoide. È insolubile negli alcooli metilico, etilico, amilico, nell'etere, nella benzina e nel cloroformio, nel solfuro di catrame, nell'essenza di trementina. È solubile nell'acqua che colora intensamente in nero: è pure solubile nelle soluzioni di ammoniaca, di idrato sodico, di idrato potassico, di carbonato sodico, formando liquidi neri come l'inchiostro. È pure solubile nell'acido solforico concentrato freddo e lo colora in scuro: l'aggiunta di acqua anche in piccola quantità ritorna il liquido limpido con formazione di un precipitato nero: il mellogeno seccato sopra acido solforico dà un crepitio quando vi si aggiunge acqua, e l'acqua si colora subito in nero.

Esso scaldato non fonde, brucia difficilmente, senza rigonfiarsi, non è cristallino nè cristallizzano le sue soluzioni nell'ammoniaca e negli alcali. Si fissa con tenacità nelle fibre vegetali. La soluzione acquosa che filtra difficilmente tinge la carta in un bel nero lucido e le parti sovrammesse del filtro, dopo disseccato, rimangono talmente aderenti l'uno all'altro ed anco all'imbuto stesso da non poterle staccare senza lacerazione.

La soluzione acquosa del mellogeno è neutra, e nera come l'inchiostro; e riman tale dopo ripetute filtrazioni e lunghissimo riposo anche di un anno. Essa precipita completamente dopo non lungo tempo, lasciando perfettamente limpido ed incoloro il liquido che sovrasta al precipitato riunito al fondo, con le soluzioni diluite degli acidi seguenti: acido clori-

drico, bromidrico, iodidrico; solforico, nitrico, fosforico, cromico, ossalico, formico (col formico però il liquido sovrastante al precipitato rimane leggermente colorato in giallo scuro); e così pure con le soluzioni di cloruro, bromuro, ioduro, solfato, cromato, bicromato, nitrato, solfocianuro, ferrocianuro, ferricianuro, bicarbonato, bisolfito, solfuro, potassici e sodici; con l'idrato calcico e baritico, e con tutti i sali minerali solubili in acqua di calcio e di bario; con i sali minerali di magnesio, di zinco, di cadmio, di ferro (ferrosi e ferrici) di manganese, di rame, di piombo, d'argento ec.

Invece la soluzione acquosa di mellogeno rimane intensamente colorata in nero inchiostro, anche dopo molti giorni per l'aggiunta di soluzioni acquose di acido acetico, propionico, lattico, tartarico, tannico, picrico, mellitico, idromellitico, piromellitico, citrico, caproico, butirrico, valerianico, borico, carbonico ec., e così pure per l'aggiunta di soluzioni di alcool metilico, etilico, glicerina, saccarosio, lattosio, destrina ec. nonchè con l'aggiunta di soluzioni di fosfato sodico ed ossalato ammonico.

I precipitati neri ottenuti versando soluzioni di acido cloridrico, nitrico, solforico; cloruro sodico, solfato sodico, solfato ammonico, bromuro potassico, nitrato d'argento ec. raccolti su filtro e lavati con acqua, dopo un certo numero di lavacri tornano a sciogliersi di bel nuovo in acqua, formando soluzioni nere come inchiostro, capaci di precipitare nuovamente con l'addizione degli stessi sali. Invece i precipitati ottenuti con l'idrato baritico, cloruro baritico, col solfato di rame, coll'acetato di piombo restano insolubili per quanto si durasse a lavare per varie settimane.

Il mellogeno puro e seccato su acido solforico, si scioglie nell'acido nitrico denso 1,3 con sviluppo di vapori nitrosi [1]: la soluzione tirata a secco a bagnomaria e ridisciolta in acqua è rossa per trasparenza è neutra alle carte e precipita incompletamente, lasciando colorato in giallo tendente al

(1) Il carbone di storta puro, rimane inalterato se lo si scalda a bagno maria anche per molto tempo con acido nitrico.

rosso il liquido sovrastante, con le soluzioni di acido cloridrico, solforico, di cloruro, bromuro, ioduro, sodico e potassico, bicromato potassico, cloruro calcico, baritico, cloruro di zinco ec.

La soluzione acquosa del mellogeno lasciata molto tempo all'aria acquista reazione acida con formazione di acido mellico e suoi congeneri.

La proprietà più saliente del mellogeno è appunto questa che per l'azione degli ossidanti si converte in acido mellico ed in alcuni suoi derivati. Fra gli ossidanti noi abbiamo studiato di preferenza l'azione dell'ipoclorito perchè le sue soluzioni sono senza azione sul carbone di legno o di storta purificato, come pure sulla grafite.

Se si aggiunge a del mellogeno puro una soluzione di ipoclorito sodico concentrato freddo, si ha viva reazione; il liquido si riscalda: se le proporzioni di mellogeno e d'ipoclorito concentrato sono scelte convenientemente il liquido può arrivare alla ebullizzione: se il liquido contiene carbonato sodico in eccesso si ha viva effervescenza; il liquido si colora in giallo-rosso: quando la reazione è diminuita si termina col riscaldare a bagno maria: il mellogeno così si discioglie intieramente, in tal caso se l'ipoclorito non è troppo alcalino nè in troppo grande eccesso si ha a fine di esperienza una soluzione che ha forte reazione acida: si filtra il liquido ed al filtrato si aggiunge nitrato, oppure cloruro baritico che determina un precipitato bianco che si raccoglie in filtro e si lava: si converte il precipitato baritico a sali sodici; si acidulano i sali sodici con acido acetico; si scalda per cacciar via il CO^2: dopo freddato si aggiunge cloruro calcico e si lascia in quiete per molte ore, dopo di che si ottiene un precipitato costituito da un sale calcico cristallino, che le analisi, e la proprietà di potersi trasformare in eucronico e paramide dimostrano essere *mellato calcico* [1].

Il liquido filtrato, coll'aggiunta d'ammoniaca dà un precipitato φ di cui le proprietà e le analisi ci hanno mostrato

(1) Vedi *Nuovo Cimento*, anno 1881, pag. 207. È bene lasciare il liquido per molte ore prima di filtrare, acciò precipiti intieramente il mellato calcico.

che si tratta (principalmente) di *piromellato calcico.* Filtrando il liquido ammoniacale e aggiungendo cloruro baritico si ha un altro precipitato K costituito molto probabilmente (almeno in parte) da idromellato baritico.

Veniamo ora alle analisi del mellogeno. Il mellogeno puro affatto esente da carbone (infatti si disciogliева intieramente nell'ipoclorito sodico) seccato per varii mesi sopra acido solforico, scaldato a 100° perde dell'acqua, disseccato completamente a 100° perde nuova acqua se si scalda verso 132°: disseccato completamente a 132° non perde più di peso se si scalda a 160°. Ma da 170° in sù perde continuamente di peso decomponendosi parzialmente.

Seguono le analisi del mellogeno seccato verso 140°—160°.

I^a^ Analisi

Grammi 0,297 di mellogeno seccato a 140° hanno dato grammi 0,723 di anidride carbonica, e grammi 0,031 di acqua onde si deduce per la composizione centesimale

C °/₀ = 66,39 H °/₀ = 1,16 O °/₀ = 32,45

II^a^ Analisi

Grammi 0,4528 di mellogeno seccato a 160° hanno dato grammi 1,109 di anidride carbonica e grammi 0,041 acqua onde si deduce per la composizione centesimale

C °/₀ = 66,77 H °/₀ = 1,005 O °/₀ = 32,23

III^a^ Analisi

Grammi 0,316 di mellogeno seccato a 150° hanno dato grammi 0,771 di anidride carbonica e grammi 0,0274 di acqua onde si deduce per la composizione centesimale

C °/₀ = 66,55 H °/₀ = 0,965 O = 32,48

Questi resultati conducono alla formula C_{11} H_2 O_4. Infatti il composto $C_{11}H_2O_4$ contiene

C °/₀ = 66,667 H °/₀ = 1,010 O °/₀ = 32,323

Abbiamo determinato il bario nel composto insolubile in acqua che si ottiene aggiungendo idrato baritico alle solu-

zioni acquose di mellogeno. Il precipitato nero così ottenuto lavato per varie settimane con acqua pura, e poi seccato su acido solforico fu seccato a 200°:

I^a Analisi

Grammi 0,292 di sostanza seccata a 200° dettero grammi 0,170 di carbonato baritico, onde si deduce

$$Ba\ \% = 40,486$$

II^a Analisi

Grammi 0,353 di sostanza seccata a 200° dettero grammi 0,2035 di carbonato baritico, onde

$$Ba\ \% = 40,091$$

Questi dati possono corrispondere al composto $C_{11}H\,BaO_4$ il quale conterrebbe 41,018 % bario (1).

Si vede intanto l'analogia che presenta la composizione del mellogeno con l'acido *grafitico di Brodie.*

Infatti l'acido grafitico di Brodie ha per formula



$$C_{11}H_4O_5$$

che differisce dal mellogeno seccato a 140° per gli elementi di una molecola d'acqua H_2O. L'acido grafitico di Brodie forma anche esso con l'idrato baritico un composto insolubile la cui formula è secondo Brodie (2)



$$C_{11}H_3Ba\ O_5$$

Per altro fra il mellogeno e l'acido grafitico sono molte rilevanti differenze.

Noi abbiamo potuto costatare operando su 100 grammi di acido grafitico, da noi preparato da buona grafite di Ceylan, operando col metodo indicato da Brodie, che l'acido grafitico non dà quantità apprezzabili di mellico nè dei suoi derivati per quanto lo si tenga in contatto con soluzioni con-

(1) Corrispondono anche al composto $C_{11}Ba\,O$. Ulteriori analisi decideranno.

(2) Brodie, *Ann. de Ch. et de Phy.* 3. Serie, Compara anche i *Dizionari di Chimica* di Watt's e di Wurtz all'articolo *grafitico* (acido).

centratissime d' ipoclorito sodico scaldato vicino all' ebullizzione per intiere settimane. In tali condizioni l'acido grafitico rimane inalterato. La denominazione di mellogeno da noi applicata al composto singolare da noi scoperto appare quindi giustificata. Nella tavola seguente appariscono le principali differenze fra mellogeno e l' acido grafitico di Brodie.

Mellogeno a 140°


$C_{11}H_2O_4$

1° Con gli ipocloriti si trasforma intieramente in acido mellico e piromellico.

2° È solubile nell' acqua, negli alcali, nell' acido solforico concentrato, si discioglie nell' acido nitrico fumante con sviluppo di vapori nitrosi.

3° Scaldato non rigonfia.

Acido grafitico di Brodie a 100°

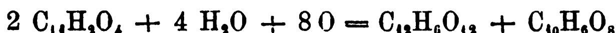

$C_{11}H_4O_5$

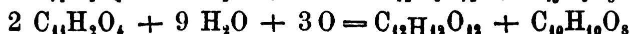
1° Non dà alcun prodotto di trasformazione con gli ipocloriti.

2° È insolubile in tutti i liquidi, alcalini acidi e neutri: l' acido nitrico fumante non vi ha azione.

3° Scaldato si rigonfia trasformandosi in pirografitico.

Aggiungeremo infine che la formula $C_{11}\ H_2\ O_4$ spiega bene la formazione del mellico e del piromellico per l' azione dell' ossigeno sul mellogeno; fa prevedere inoltre che se per tale azione si forma, come è provato, l' idromellico, si abbia ancora a formare l' idropiromellico od un composto di ugual formula: Si ha infatti:


$$2\ C_{11}H_2O_4 + 4\ H_2O + 8\ O = C_{12}H_6O_{12} + C_{10}H_6O_8$$


$$2\ C_{11}H_2O_4 + 9\ H_2O + 3\ O = C_{12}H_{12}O_{12} + C_{10}H_{10}O_8$$

In un altro lavoro di prossima pubblicazione verranno studiate più estesamente le trasformazioni del mellogeno per l' azione degli ossidanti, nonchè l' azione ad alta temperatura dell' acido iodidrico concentrato sopra questa sostanza.

Dal Gabinetto di Fisica dell' Istituto Tecnico di Firenze
li 10 Dicembre 1881.



SU L'ELETTROLISI DELL' ACIDO FOSFORICO CON ELETTRODI DI GRAFITE E DI CARBONE DI STORTA: NOTA PRELIMINARE DI ADOLFO BARTOLI e GIORGIO PAPASOGLI.

Nei nostri precedenti lavori (1) abbiamo studiato i prodotti dell'elettrolisi dell'acqua e delle soluzioni di acido solforico, nitrico, cloridrico, formico, acetico, ossalico, di idrati, carbonati e bicarbonati, alcalini, nonchè varie soluzioni alcooliche con elettrodi di carbone di storta e di grafite. Ora indicheremo in particolare i resultati ottenuti con l'elettrolisi dell'acido fosforico ordinario in soluzione acquosa, perchè i nuovi prodotti così ottenuti ci sembrano degni di nota speciale per loro stessi e per le loro relazioni di costituzione con alcuni dei prodotti allora ottenuti.

Elettrodi di grafite. — Impiegammo per elettrodo positivo, della grafite di Ceylan purificata con gli acidi; per elettrodo negativo una lastra di platino e per elettrolite una soluzione assai concentrata di acido fosforico ordinario purissimo.

La pila fu di 5 Bunsen e la corrente passò per circa sei giorni (assai intensa in grazia della buona conducibilità dell' elettrolite). Si osservò debole svolgimento gasoso dalla grafite elettrodo positivo, mentre lo svolgimento era vivissimo dalla lastra di platino negativa: l'elettrolite rimase incoloro: la grafite andò rapidamente disgregandosi: e a fine di esperienza si aveva un deposito Ω alto varii centimetri a fondo del voltametro, e un liquido sovrastante limpido e quasi incoloro.

Il deposito Ω fu raccolto su filtro e lavato ripetutamente finchè le acque di lavacro passassero affatto neutre; esso scaldato non rigonfia affatto. Di poi il deposito Ω fu lungamente tenuto in contatto con acido cloridrico puro diluito e

(1) Vedi *N. Cimento*, anno 1880, T. VIII, pag. 278. Idem, anno 1881, T. X, pag. 204 e pag. 228; *Gazzetta Chimica*, anno XI, fascicolo 7 e 10.

bollente e di nuovo lavato. Il deposito Ω così purificato non contiene acido *grafitico* (1). Infatti seccato su mattoni e scaldato su lastra di platino non *rigonfia affatto.* Esso ha la proprietà di agglomerarsi per la pressione. Il deposito Ω così purificato fu bruciato completamente aggiungendolo a piccole porzioni, nel nitrato potassico purissimo fuso; dopo lungo riscaldamento, si lasciò freddare il nitrato, si sciolse in acqua calda, si filtrò, si acidulò con acido nitrico, si scaldò per scacciare i vapori nitrosi, si neutralizzò con idrato potassico e si aggiunse al liquido neutro una soluzione di cloruro calcico, che vi determinò un abbondante precipitato bianchissimo insolubile in acqua, solubile senza effervescenza negli acidi. La soluzione nitrica di questo precipitato si colora in giallo col *molibdato ammonico* preparato secondo Fresenius, colore che sparisce col raffreddamento, e dà luogo ad un abbondante precipitato. Così pure col solfato ammonico magnesiaco si ha un precipitato cristallino che ha i caratteri del fosfato ammonico magnesiaco. Parimente si ottengono ben nette le reazioni del fosforico col nitrato d' argento e col cloruro ferrico e acetato sodico ec.

Il deposito Ω contiene dunque il fosforo come elemento costituente, non potendo esso più contenere fosfati dopo il trattamento con l' acido idroclorico.

Si vede dunque che nell' elettrolisi dell' acido fosforico con elettrodi di grafite si ottiene in luogo dell' acido grafitico un prodotto che non rigonfia più per l' azione del calore, e che contiene fosforo. Non è improbabile che in tali condizioni si formi un composto analogo all' ossido grafitico, contenente fosforo. Ulteriori ricerche ci condurranno a determinare la costituzione del nuovo composto da noi trovato, alle cui proprietà noi abbiamo accennato qui, soltanto per prendere data.

Elettrodi di carbone di storta. — Impiegammo per elettrodo positivo dei bastoncini di carbone di storta previamente

(1) Vedi *Elettrolisi dell' acido solforico con elettrodi di grafite.* — *N. Cimento*, loco citato.

purificato, e contenente quantità piccolissime di parte minerale, mentre l'elettrodo negativo era di platino e l'elettrolito era una soluzione di acido fosforico. La pila fu 5 Bunsen e la corrente passò per cinque giorni. Si osservò debole svolgimento gasoso dal carbone positivo, mentre lo svolgimento era fortissimo dal platino elettrodo negativo. A fine di esperienza i carboni erano molto consumati nella parte immersa, e al fondo del voltametro si aveva un deposito nero Ω alto varii centimetri a cui sovrastava un liquido limpido e quasi incoloro.

Il deposito nero Ω fu lavato ripetutamente con acqua stillata, finchè questa rimanesse perfettamente neutra, poscia bollito per varie ore con acido cloridrico diluito e poi di nuovo lavato e da ultimo asciutto su mattoni. Una certa quantità (cinque grammi) di Ω così purificato venne a piccole porzioni bruciato nel nitro fuso (1). Quindi il nitro fu lasciato freddare, sciolto in acqua, acidulato con acido nitrico, scaldato, neutralizzato con idrato potassico ed aggiunta soluzione di cloruro calcico che determina un abbondante precipitato gelatinoso bianco che si scioglie senza effervescenza negli acidi e che si prova esser costituito di fosfato calcico.

L'elettrolisi dell'acido fosforico con elettrodi di carbone di storta (2) produce dunque in luogo di mellogeno una sostanza che contiene fosforo come elemento costituente.

Le proprietà di questa sostanza sono le seguenti:

1° Si scioglie e comunica alle soluzioni degli idrati alcalini una colorazione scura.

2° Si scioglie nell'acido solforico concentrato formando un liquido scuro da cui l'aggiunta di acqua lo precipita.

3° Si scioglie nell'acido nitrico denso 1,3 con sviluppo di vapori nitrosi: il liquido filtrato ha color rossastro.

4° Aggiunto a sufficiente quantità d'ipoclorito sodico, con eccesso di carbonato sodico, si ha viva reazione a freddo

(1) Due volte ci avvenne deflagrazione, con formazione di fumi bianchi e odore simile a quello della polvere bruciata, per quanto si aggiungesse a piccole porzioni la sostanza nera al nitro fuso.

(2) Compara *Elettrolisi degli acidi nitrico, solforico, acetico, formico, ossalico ec. con elettrodi di carbone.* — *N. Cimento.* Loco citato.

con riscaldamento del liquido accompagnato dà sviluppo di *cloro.* La reazione si compie scaldando a bagnomaria: il liquido da ultimo è intensamente colorato in rosso scuro, non sa più odore di cloro ed è fortemente acido alle carte (si noti che il mellogeno scaldato con ipoclorito alcalino non svolge cloro). Il deposito nero che rimane a fine di reazione al fondo del vaso è carbone disgregato.

Il liquido rosso filtrato si rende leggermente alcalino con potassa, si scalda e poi si rende decisamente acido con acetico, quindi si aggiunge cloruro calcico, e si lascia a se stesso per 24 ore; si ottiene così un precipitato cristallino F, che si riconosce per mellato ammonico dalle analisi e dalla reazione della paramide e dell'eucronico. L'aggiunta di cloruro baritico al liquido acetico filtrato A determina un nuovo precipitato un po' colorato, che si lava e si riduce a sale sodico, si acidula con acetico, poi si rende alcalino con ammoniaca e si aggiunge cloruro calcico che determina un precipitato roseo Φ costituito principalmente da *piromellato* calcico; il liquido che ha dato il precipitato Φ vien filtrato e l' aggiunta di cloruro baritico determina un nuovo precipitato K.

Il liquido acetico A che ha dato il precipitato col cloruro di bario si neutralizza con idrato potassico e si ottiene con l'addizione di cloruro calcico un precipitato che facilmente si riconosce per *fosfato calcico.*

Onde possiamo dire che l'elettrolisi dell'acido fosforico con elettrodi di carbone di storta produce una sostanza nera insolubile nell'elettrolite, solubile negli alcali, che contiene fosforo e che scaldata con l'ipoclorito sodico dà acido fosforico ed acido mellico e piromellico, non che alcuni altri acidi idrobenzocarbonici.

Noi pensiamo fin d'ora dare a questa sostanza il nome di *fosfomellogeno.*

In un altro lavoro di prossima pubblicazione saranno date le proprietà e la composizione dei nuovi composti da noi ottenuti con la elettrolisi dell'acido fosforico.

Dal Gabinetto Fisico dell' Istituto Tecnico di Firenze
Li 18 Decembre 1881.

RIVISTA

W. FEDDERSEN. *Dizionario di scienze esatte, del Prof. C. Poggendorff, continuato e completato dal Dottore W. Feddersen di Lipsia.* — Questo fisico distinto, com'è già noto ai nostri lettori, sta preparando un supplemento al Dizionario biografico del Poggendorff. Molti dei nostri lettori riceveranno fra non molto delle circolari, con le quali saranno pregati a rispondere ad alcune questioni, relative alla loro vita scientifica ed ai loro lavori. La utilità di tale opera dipenderà dalla esattezza delle informazioni che saranno richieste; speriamo dunque che tutti quelli che ne saranno pregati, invieranno chiare e dettagliate risposte a tali questioni, senza falsa modestia, indicando i loro lavori. R. FELICI.

G. CLERK MAXWELL. *Materia e moto.* — *Fratelli Dumolard,* Milano 1881. — È la traduzione italiana di quel libro del Maxwell, fatta dal prof. Rota Rossi. Quel libro tratta dei principi di meccanica, che ordinariamente formano il soggetto delle prime lezioni di un corso di fisica esperimentale; e ne tratta sotto forma elementare, ma nondimeno con una certa originale acutezza di pensiero, che, come è ben noto, era propria di quel fisico-matematico inglese. Il Senatore Prof. G. Cantoni rese ancor più utile quella traduzione facendovi un pregevolissimo proemio, di un carattere storico e filosofico, ed una appendice ove sono riportati alcuni brani delle lezioni del Mossotti, intitolate «Elementi di fisica matematica».

Comptes Rendus. 1881. 2°. semestre (1).

16, 22, 29 Agosto. — G. GOVI. *Una antica applicazione dell'elica come organo di propulsione.* — L'A. presenta una traduzione francese di due note di Leonardo Da Vinci, da lui recentemente scoperte in uno dei volumi del *Codice Atlan-*

(1) Il difetto di spazio ci obbliga ad essere molto brevi in questi Sunti.

tico che rimasero all' Istituto di Francia, e dalle quali si rileva che Leonardo Da Vinci, alla fine del secolo XV, cercò già di utilizzare l' elica come propulsore. In quelle note vi è pure il disegno dell' elica, e vi è anche quello di un paracadute.

A. GUÈBHARD. *Sopra alcuni nuovi casi di figure equipotenziali, realizzati chimicamente.* — Sono alcuni altri casi di figure di egual potenziale, del genere di quelle indicate la prima volta dal Kirchhoff sopra un disco sottile di stagnola in comunicazione coi poli di una pila. L' A. descrisse il suo metodo nei *Comptes rendus* del 26 aprile 1880. Una sottile lamina metallica sta immersa nella soluzione di un miscuglio di acetati di piombo e di rame, e sopra ad essa si dispongono le estremità dei due reofori della pila. Il sistema di linee o striscie colorate che si forma sulla lamina, come nella esperienza degl' anelli del Nobili, corrisponde sempre alle anzidette linee di ugual potenziale.

M. DE CHARDONNET. *Sopra l' assorbimento dei raggi ultra violetti, per alcuni mezzi.* — Per i liquidi, l' A. si è servito di vaschette fatte con lamine di quarzo, e della carta fotocromica del Poitevin. Pei solidi bastò tagliarne delle lamine posarle sulla carta, ed esporle. Si servì pure di un eliostata a specchio metallico, che mandava il raggio sopra una sottile fenditura, e da questa ad un obbiettivo in quarzo e di spato d' Islanda, e poi ad un prisma pure di spato, che dava uno spettro assai puro. I liquidi che circolano nei vegetabili, o che si hanno con decozioni dai vegetabili, ed i vini assorbono tutti più o meno i raggi chimici; la gelatina li assorbe energicamente, ed è fluorescente.

C. DECHARME. *Figure prodotte dalla caduta di una goccia d' acqua, che ha del minio in sospensione.* — Sopra ad una lamina di vetro orizzontale, sta un sottile strato di acqua, che contiene in sospensione del minio in polvere finissima. Se cade su quello strato una goccia di acqua, dello stesso miscuglio di acqua e minio, si presenta nel luogo della caduta una figura regolare, fatta di raggi e di anelli di minio, e che si può conservare lasciando evaporare l' acqua lentamente, È una esperienza che l' A. studierà in seguito, e che si collega con le sue ricerche sulle forme di vibrazione dei corpi.

CH. V. ZENGER. *Studi diottrici.* — Le formule diottriche, note ai costruttori, non bastano per fare degl' obbiettivi esatti, onde alcuni ottici ebber ricorso al calcolo trigonometrico della direzione dei raggi refratti; e questo è ciò che fece l' A. il quale trovò una formula e costruì delle tavole che danno, algebricamente, le relazioni fra i raggi di curvatura e gl' indici di refrazione dei due mezzi, così pel microscopio come pei telescopi. L' A. trovò che i migliori resultati si ottengono quando la dispersione relativa è uguale a 0,5, e la stessa per tutte le dispersioni parziali dal rosso al violetto; e allora l' acromatismo è assoluto. Ciò si realizza col miscuglio di sostanze aromatiche, le une reagendo maggiormente verso il rosso, e le altre allargando la parte violetta dello spettro. Con due o tre di tali sostanze si può aplanatizzare un obiettivo. Così con quella formula e con quella tavola, ognuno può fare da se il suo microscopio, con una lente di crown o di quarzo, e col miscuglio anzidetto.

5 Settembre. CH. V. ZENGER. *Spettroscopio a visione diretta, applicato all' astronomia fisica.* — Secondo la sua teoria sopra descritta, e con gli anzidetti miscugli refrangenti, l' A. forma uno spettroscopio che dà spettri che sottendono più di 25°. Nella nota dei *Comptes rendus*, l' A. presenta delle tavole numeriche, per costruire spettroscopi a visione diretta, di crown, oppure di quarzo, insieme ad uno dei già indicati miscugli. Qui non potremmo riportar quelle tavole, e d' altronde ci sembra che quella nota non potrebbe bastare per conoscere bene il lavoro dell' A. Si può, come narra l' A., costruire così uno spettroscopio ove siano eliminati tutti i raggi eccetto gli azzurri, e così veder il sole nella luce monocromatica azzurra, e, facendo uso di un diafragma grande come la immagine del sole, vederlo circondato da protuberanze, senza impiegare fenditure.

12 Settembre. E. MERCADIER. *Sulla radiofonia prodotta dal nero fumo.* — L' A. ha trovato che il nero fumo è non solo un agente termofonico per eccellenza, ma può ancora essere, come il selenio, un fotofono elettrico. Nella sua nota, l' A. dice come i suoi ricettori a doppia spirale, già de-

scritti nei *Comptes rendus* di questo anno, siano preferibili a quelli descritti in quello stesso giornale dal Bell e dal Tainter; e qui entra in alcuni dettagli e considerazioni, concludendo che il fenomeno del suono, ascoltato nel telefono intercalato nel circuito elettrico del ricettore affumicato, non è di origine termica, ma bensì un fenomeno fotofonico.

C. CROULLEBOIS. *Spiegazione di una vertenza in proposito della doppia refrazione circolare.* — I due circolari inversi esistono separati, fuori del quarzo. In ognuna delle due metà di una lamina *biquarzo*, grossa sei centimetri penetra un raggio polarizzato o naturale, e poi i due raggi sovrapposti entrano per la fenditura orizzontale di uno spettroscopio a visione diretta, nel quale si osservano due sistemi distinti di frange curve e longitudinali, che hanno i caratteri della polarizzazione circolare inversa. Con la lente si osservano nel campo comune due gruppi laterali di frange verticali, che nascono per la interferenza dei raggi che girano nello stesso senso, ma inegualmente ritardati nel biquarzo. Però lo spostamento che vi si osserva è sempre maggiore del teorico. Così il Billet con un quarzo di 42 millimetri trovò che la distanza delle due frange centrali, valutata in frange era di 24 frange, mentre la teorica sarebbe stata di 10,50. L'A. dimostra che tale anormale spostamento si spiega facilmente, qualora si osservi bene dove devono formarsi le frange centrali di ogni colore, per cui da tale anormale spostamento non ci risulta alcuna prova contro la ipotesi dell'Arago.

M. GAIFFE. *Sui metalli magnetici.* — L'A. ha esperimentato delle sbarre di cobalto e di nichelio, molto pure, ottenute con processi elettrochimici in modo che fossero molto dure. E poi, quali ricotte e quali nò, le ha magnetizzate, ed esperimentate col magnetometro. Trovò in questi metalli una forza coercitiva relativamente grande: specialmente nel cobalto, e presentò una tavola di confronto, delle forze coercitive di quei metalli, in diversi stati di tempra.

19. Settembre. — Sir W. THOMSON. *Sulle resistenze relative a darsi nelle macchine dinamoelettriche, ai rocchetti (bobines) attivi, agli elettromagneti induttori ed al circuito*

esterno. — Nell'elettromagnete induttore, sia L la lunghezza del filo, B il volume totale occupato dal filo e dal suo isolante, $B:n$ il volume del rame, A la sezione totale del filo e dell'isolante, R la resistenza del filo. Nel rocchetto attivo, siano L', B', n', A', R' le quantità analoghe alle precedenti, ed s la resistenza specifica del rame. Avremo $B = AL$, $R = nsL:A = nsB:A^2$, per cui $A = \sqrt{nsB}:\sqrt{R} = K:\sqrt{R}$, (1). Avremo anche $A' = \sqrt{n's'B'}:\sqrt{R'} = K'\sqrt{R'}$, (2), K e K' essendo due costanti. Sia c la corrente nell'elettromagnete, c' quella del rocchetto indotto, v la velocità di un punto qualunque di quel rocchetto, e p la forza elettromotrice media nelle due estremità del filo del rocchetto attivo; avremo $p = Icv:AA'$, (3), ove I è quantità dipendente dalle forme, dimensioni e posizioni di B e B', e dalla capacità di magnetizzazione del ferro, e che diminuisce con quella capacità, quando la corrente aumenta, oppure al variare di R ed R'. Nelle macchine ordinarie $c' = c$; ma ciò non è per le macchine dinamoelettriche a derivazione. In ciascuna di quelle, l'attività elettrica totale è pc; o, secondo la (3), $Icc'v:AA'$ (4), o, secondo le (1) e (2), $I\sqrt{RR'}.cc'v:KK'$, (5). Di questo lavoro totale, una parte è perduta per scaldare i fili, e l'altra è utilizzata nel circuito esterno. I valori loro sono respettivamente, $Rc^2 + R'c'^2$, (6) ed $I\sqrt{RR'}.cc'v:KK' - (Rc^2 + R'c'^2)$ (7). Aumentando v il rapporto di (6) a (7) può esser reso piccolo a piacere. Sia r quel rapporto, del lavoro totale al perduto. Avremo dalle (5) e (6), la $r = I\sqrt{RR'}.cc'v:(Rc^2 + R'c'^2)KK'$ (8). Nelle macchine ordinarie, cioè a semplice circuito, $c = c'$, onde la (8) diventa $r = I\sqrt{RR'}.v:(R + R')KK'$ (9), ossia, facendo $S = R + R'$, $r = I\sqrt{RS - R^2}.v:SKK'$ (10). Perchè r sia un massimo, v essendo data, o per rendere v minimo, r essendo dato, conviene che $R(S' - R)$ sia un massimo, ossia che $2R = S$, ossia che R ed R' siano uguali fra loro. Ma I diminuisce quando aumenta la forza magnetizzante. Siccome in generale essa dipende principalmente dal ferro dolce dell'induttore, e poco dal ferro dolce dell'armatura mobile o dal ferro magnetizzato dalla corrente che percorre i rocchetti mobili, generalmente I diminuirà aumentando R e diminuendo

R'; di guisa che per quel massimo valore di $r:v$ la R' dovrà essere maggiore della metà di S.

Secondo le esperienze si dà ai magneti induttori una resistenza un poco minore di quella dei rocchetti indotti. Qualunque sia il modo di utilizzazione della macchina, per lavoro meccanico, per elettrolisia, o per calore o per luce, si possono rappresentare tutti i casi possibili per mezzo di quel tipo di una corrente che attraversa un conduttore di resistenza nota E, intercalato fra gli estremi della macchina, il qual conduttore vien chiamato *circuito esterno*, che è la parte del circuito totale la quale è all'esterno della macchina. In una macchina a circuito semplice, la intensità della corrente è la stessa all'esterno che nei rocchetti indotti e negl'inducenti, e che indicammo con c. Secondo la legge di Ohm, si avrà $c = p : (E + R + R')$, (12), e secondo le (1), (2) e (3), si avrà $c = c\, I \sqrt{R R'} . v : (E + R + R')\, K K'$, (13). Conviene dunque che sia $c = 0$ (14), oppure $I = K K' (E + R + R') : \sqrt{R R'} . v$. (15) Il caso di $c = 0$ è quello in cui $v < K K' (E + R + R') : I_0 \sqrt{R R'}$, ove I_0 è il valore di I per $c = 0$. Per comprendere questo caso, rammentiamoci che non supponiamo esistere alcun magnetismo residuale. Per tutte le velocità relative al caso (16), la macchina non produce alcuna corrente, e quando questo limite è oltrepassato, l'equilibrio nella macchina diviene instabile; una corrente infinitesimale nasce in un senso o nell'altro, e cresce rapidamente fino al limite indicato dalla (15), in ragione dell'indebolimento di I che essa produce. Così considerando I come una funzione di c, noi abbiamo nella (15) la espressione matematica della intensità della corrente prodotta dalla macchina, nel periodo della sua azione regolare. Dalla (15) e dalla (10) si ottiene $r = (E + S)\, S'$, (17), che è la nota equazione data dal Joule.

Nella macchina a derivazione, la corrente totale c del rocchetto attivo, si divide in due, c nell'elettromagnete induttore, e $(c' - c)$ nel circuito esterno; e le intensità di queste correnti sono in ragione inversa delle resistenze attraversate.

Se E è la resistenza del circuito esterno, abbiamo, (18), $c\, R = (c' - c)\, E$, ossia $c = E\, c' : (R + E)$. Così secondo

la legge di Joule, il lavoro nell' unità di tempo, per le tre porzioni di circuito, sarà (19), per il rocchetto attivo... $R'c'^2$, e per l'elettromagnete induttore sarà $R\left(\frac{E}{R+E}\right)^2 c'^2$, e per il circuito esterno sarà $E\left(\frac{R+E}{R}\right)^2 c'^2$. Ne segue che indicando con r il rapporto del lavoro totale a quello sviluppato nel circuito esterno, si ha $R^2 r = \frac{R' R^2}{E} + (R+R')E + R(2R'+R)$, (20). Se R ed R' sono dati, onde r sia un minimo converrà che sia $E = \sqrt{R' R^2} : \sqrt{R+R'}$, (21), ed allora $r = 2\sqrt{R'(R+R')} : \sqrt{R^2} + 2(R'+R) : R$, (22). Sia $R' : R = e$, (23), allora le (21) e (22) divengono, $E = \sqrt{RR'} : \sqrt{1+e}$, (24), ed $r = 1 + 2\sqrt{e(1+e)} + 2e$, (25). Per miglior economia, v deve essere un poco maggiore dell' unità, onde e piccolissima, ed approssimativamente sarà $E = \sqrt{RR'}$, (26), ed $r = 1 + 2\sqrt{e}$. Se per es. la resistenza del rocchetto inducente fosse 400 volte quella del rocchetto attivo si avrebbe $e = 400$, $E = 20R'$, $r = 1 + 0,1$; vale a dire che la resistenza nel circuito esterno sarebbe 20 volte quella del rocchetto attivo, e il lavoro utile nel circuito esterno sarebbe dieci undicesimi del lavoro perduto per scaldare la macchina.

M. D. COLLADON. — *Sopra le esperienze fatte nel 1826 sulle correnti prodotte dai lampi, lontani dai luoghi di osservazione, e sopra gli studi recenti di Renè Thury sui rumori dei telefoni durante i temporali.* — Il Thury tese un filo conduttore fra due case, all'altezza dei tetti, in comunicazione con la terra, e con un telefono. Tutti i lampi, comunque lontani, visibili, producevano nel telefono un crepitio che durava quasi la metà di un minuto secondo. Il Colladon rammenta che fino dal 1826, come si vede nelle memorie dell'Accademia e nel trattato di Peclet, egli aveva segnalate le correnti che, in una analoga esperienza, si manifestavano nel galvanometro, e che spesso *precedevano* il lampo.

FINE DEL VOLUME X. SERIE TERZA.

INDICE

RIVISTA

Tav. VI.

